



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO  
DE TRANSPORTE Y DOSIFICACIÓN DE ALIMENTOS, MEDIANTE  
PLC S7 1200 PARA EL GANADO BOVINO EN LAS JAULAS DE  
ORDEÑO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI”**

**CARLOS FERNANDO LASCANO ANDALUZ**

**PAÚL MEDARDO COSTALES BALLADRES**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TIPO: PROPUESTAS TECNOLÓGICAS**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2017**

**ESPOCH**  
**Facultad de Mecánica**

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

**Fecha de Entrega**

**2016-11-14**

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

**CARLOS FERNANDO LASCANO ANDALUZ**

Titulado:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE  
TRANSPORTE Y DOSIFICACIÓN DE ALIMENTOS, MEDIANTE PLC S7 1200  
PARA EL GANADO BOVINO EN LAS JAULAS DE ORDEÑO EN LA  
ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI.”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

---

**Ing. Carlos José Santillán Mariño  
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA**

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

**Ing. Jhonny Marcelo Orozco Ramos  
DIRECTOR**

---

**Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano  
MIEMBRO**

**ESPOCH**  
**Facultad de Mecánica**

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

**Fecha de Entrega**

**2016-11-14**

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

**PAÚL MEDARDO COSTALES BALLADARES**

Titulado:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE  
TRANSPORTE Y DOSIFICACIÓN DE ALIMENTOS, MEDIANTE PLC S7 1200  
PARA EL GANADO BOVINO EN LAS JAULAS DE ORDEÑO EN LA  
ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI.”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

---

**Ing. Carlos José Santillán Mariño  
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA**

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

**Ing. Jhonny Marcelo Orozco Ramos  
DIRECTOR**

---

**Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano  
MIEMBRO**

**EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** CARLOS FERNANDO LASCANO ANDALUZ

**TITULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:** **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE TRANSPORTE Y DOSIFICACIÓN DE ALIMENTOS, MEDIANTE PLC S7 1200 PARA EL GANADO BOVINO EN LAS JAULAS DE ORDEÑO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI.”**

**Fecha de Examinación:** 21 de noviembre de 2017

**RESULTADO DE EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza <b>PRESIDENTE TRIB. DEFENSA</b>			
Ing. Jhonny Marcelo Orozco Ramos <b>DIRECTOR</b>			
Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano <b>MIEMBRO</b>			

\*Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido

\_\_\_\_\_  
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** PAÚL MEDARDO COSTALES BALLADARES

**TITULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:** **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE TRANSPORTE Y DOSIFICACIÓN DE ALIMENTOS, MEDIANTE PLC S7 1200 PARA EL GANADO BOVINO EN LAS JAULAS DE ORDEÑO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI.”**

**Fecha de Examinación:** 21 de noviembre de 2017

**RESULTADO DE EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza <b>PRESIDENTE TRIB. DEFENSA</b>			
Ing. Jhonny Marcelo Orozco Ramos <b>DIRECTOR</b>			
Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano <b>MIEMBRO</b>			

\*Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido

\_\_\_\_\_  
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

## **RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Nosotros, CARLOS FERNANDO LASCANO ANDALUZ y PAÚL MEDARDO COSTALES BALLADARES, egresados de la Carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la facultad de Mecánica de la ESPOCH, autores del proyecto de titulación denominado **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE TRANSPORTE Y DOSIFICACIÓN DE ALIMENTOS, MEDIANTE PLC S7 1200 PARA EL GANADO BOVINO EN LAS JAULAS DE ORDEÑO EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI”** nos responsabilizamos en su totalidad del contenido en su parte intelectual y técnica y que me someto a cualquier disposición en caso de no cumplir con este precepto.

---

**Carlos Fernando Lascano Andaluz**

---

**Paúl Medardo Costales Balladares**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Nosotros, CARLOS FERNANDO LASCANO ANDALUZ y PAÚL MEDARDO COSTALES BALLADRES, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente se encuentran debidamente citados y referenciados. Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

**Carlos Fernando Lascano Andaluz**

---

**Paúl Medardo Costales Balladares**

## **DEDICATORIA.**

El presente trabajo se lo dedico a mis padres quienes con esfuerzo, trabajo y confianza que han depositado en mí, han sido mi fortaleza para lograr este gran objetivo, a mis abuelitos (+) que en paz descansen que desde el cielo me cuidan y me guían por el camino del bien, siendo mi inspiración, y mi hermana por sus buenos consejos además de su apoyo incondicional.

**Carlos Fernando Lascano Andaluz**

El presente trabajo de titulación está dedicado a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera, a mis padres, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona, a mis hermanos por sus palabras de aliento, a mi esposa e hija que con su amor han sido mi fortaleza para seguir triunfando, a mis amigos, compañeros, y todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para mi logro sea posible.

**Paúl Medardo Costales Balladares**



## **AGRADECIMIENTO.**

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Industrial, por haberme formado como un profesional de éxito y trabajo, además de obtener mi profesión y servir a la sociedad.

A mi familia por su gran apoyo incondicional que sin interés han sabido guiar mi formación primero como persona, y luego como un buen profesional.

Y de manera muy especial a los miembros del tribunal quienes con su acertada labor han contribuido activamente en el desarrollo del presente trabajo, permitiéndome alcanzar con éxito un peldaño más en mi formación académica.

**Carlos Fernando Lascano Andaluz**

Primero quiero agradecer a Dios porque me dio el don de la perseverancia para alcanzar mi meta, gracias a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que nos abrió sus puertas para formarme como profesional, a los catedráticos que con el pasar de los años se convirtieron en nuestro ejemplo a seguir.

Mis más sinceros agradecimientos a toda mi familia por ser los principales promotores de mis sueños, que con su esfuerzo, sacrificio y consejos he llegado a concluir una etapa más de mi vida profesional.

**Paúl Medardo Costales Balladares**

## CONTENIDO.

Pág.

### RESUMEN

### ABSTRACT

### CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN.....	1
1. MARCO REFERENCIAL.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.3.1. <i>Justificación teórica</i> .....	3
1.3.2. <i>Justificación metodológica</i> .....	3
1.3.3. <i>Justificación práctica</i> .....	4
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. <i>Objetivo general</i> .....	4
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	4

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Animales bovinos.....	5
2.2. Balanceado para animales bovinos.....	6
2.3. Sistemas de transporte de alimento.....	8
2.3.1. <i>Sistema de transporte mediante tornillo sin fin</i> .....	8
2.3.2. <i>Sistema de transporte mediante cadena</i> .....	9
2.3.3. <i>Sistema mediante banda transportadora</i> .....	10
2.4. Tolvas receptoras de alimento.....	12
2.5. Cilindros neumáticos.....	12
2.6. Electroválvulas.....	13

2.6.1.	<i>Electroválvulas biestables.</i>	13
2.6.2.	<i>Electroválvulas monotables.</i>	13
2.7.	Sensores.	14
2.7.1.	<i>Sensores inductivos.</i>	14
2.7.2.	<i>Sensores capacitivos.</i>	14
2.8.	Compresor.	15
2.8.1.	<i>Compresores dinámicos.</i>	16
2.8.2.	<i>Compresores de desplazamiento positivo.</i>	16
2.8.2.1.	<i>Compresores de pistones.</i>	16
2.9.	Manguera de poliuretano.	17
2.10.	Racores.	17
2.11.	Conector neumático en “T”.	18
2.12.	Regulador de caudal.	18
2.13.	Cable concéntrico 4x16.	19
2.14.	Fusibles cilíndricos y bases porta fusibles modulares.	19
2.15.	Contactador eléctrico.	19
2.16.	Barra de neutro.	20
2.17.	Contacto normalmente abierto y normalmente cerrado.	20
2.17.1.	<i>Contacto normalmente abierto (NA).</i>	21
2.17.2.	<i>Contacto normalmente cerrado (NC).</i>	21
2.18.	Parada de emergencia.	21
2.19.	Caja general de protección.	22
2.20.	Controlador Lógico Programable (PLC).	22
2.20.1.	<i>Características de los PLC S7 1200.</i>	23
2.20.2.	<i>Ventajas de los PLC S7 1200.</i>	24
2.20.3.	<i>TIA Portal.</i>	24
2.20.4.	<i>Características de un PLC DELTA.</i>	24

2.21.	Motor eléctrico de máquina de coser doméstica.....	25
2.22.	Motorreductor. ....	25
2.22.1.	<i>Beneficios de los motorreductores:</i> .....	26
2.23.	Parámetro de la banda transportada. ....	26
2.24.	Límite a la tracción. ....	27
2.25.	Límite a la fluencia. ....	27

### **CAPÍTULO III**

3.	SITUACIÓN ACTUAL.....	28
3.1.	Plano de distribución actual de la planta. ....	28
3.2.	Descripción de las actividades de transporte y dosificación del alimento....	29
3.2.1.	<i>Transporte actual del alimento.</i> .....	29
3.2.2.	<i>Dosificación actual del alimento.</i> ....	31
3.3.	Diagrama de recorrido actual de transporte y dosificación del alimento. ....	33
3.4.	Diagrama de proceso de las operaciones de transporte y dosificación..... alimento.....	34
3.5.	Cantidad de alimento dosificado de forma empírica. ....	36

### **CAPÍTULO IV**

4.	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.....	42
4.1.	Parámetros de diseño. ....	42
4.2.	Variables de diseño.....	42
4.3.	Diseño del equipo. ....	42
4.3.1.	<i>Selección de la cinta transportadora.</i> .....	42
4.3.2.	<i>Capacidad de la banda.</i> ....	43
4.3.3.	<i>Capacidad de transporte de la banda.</i> .....	44
4.3.4.	<i>Potencia requerida en el motor.</i> ....	45
4.3.5.	<i>Selección de rodillos.</i> .....	47
4.3.6.	<i>Selección de rodamientos.</i> ....	50
4.3.7.	<i>Selección de chumacera.</i> .....	55

4.3.8.	<i>Selección de cangilones.</i>	56
4.3.8.1.	<i>Cangilón profundo.</i>	56
4.3.9.	<i>Selección de perfiles en U.</i>	56
4.3.10.	<i>Cálculos del sistema neumático.</i>	57
4.3.10.1.	<i>Volumen de los cilindros.</i>	57
4.3.10.2.	<i>Caudal de aire comprimido necesario en los actuadores de dosificación..... inferior.....</i>	59
4.3.10.3.	<i>Caudal de aire comprimido necesario en los actuadores de llenado..... superiores.....</i>	60
4.3.10.4.	<i>Caudal de aire comprimido total.</i>	60
4.3.11.	<i>Selección de la alternativa de dosificación a la tolva general.</i>	61
4.3.12.	<i>Diseño del tornillo sin fin dosificador.</i>	62
4.3.12.1.	<i>Hélice y eje.....</i>	63
4.3.12.2.	<i>Carcasa.</i>	63
4.3.12.3.	<i>Velocidad de giro del tornillo sin fin.</i>	63
4.3.12.4.	<i>Paso del tornillo sin fin.</i>	64
4.3.12.5.	<i>Capacidad de transporte.</i>	64
4.3.12.6.	<i>Potencia de accionamiento.</i>	66
4.3.13.	<i>Cantidad de alimento dosificado.</i>	69
4.3.14.	<i>Selección del diseño de las tolvas.</i>	75
4.3.15.	<i>Selección del PLC.</i>	76
4.3.16.	<i>Resumen del análisis estático del SolidWorks.</i>	80
4.3.16.1.	<i>Especificaciones de Acero ASTM A36.</i>	80
4.3.16.2.	<i>Propiedades del Acero ASTM A36.</i>	80
4.3.16.3.	<i>Estudio de tensiones con el criterio de Von Mises.</i>	81
4.3.16.4.	<i>Estudio de desplazamiento de la estructura.</i>	82
4.3.16.5.	<i>Estudio de deformaciones unitarias.</i>	83
4.3.16.6.	<i>Estudio del factor de seguridad.</i>	84

4.3.17.	<i>Esquema neumático y eléctrico..</i>	84
4.3.18.	<i>Diseño completo del sistema de transporte y dosificación de alimento.....</i>	87
4.4.	Construcción del equipo. ....	88
4.4.1.	<i>Parte mecánica.</i> .....	88
4.4.2.	<i>Ubicación de los elementos eléctricos y neumáticos.</i> .....	100
4.4.3.	<i>Conexión eléctrica y neumática.</i> .....	104
4.4.4.	<i>Conexión del PLC.</i> .....	105
4.4.4.1.	<i>Simulación de la programación del Controlador Lógico Programable. ...</i>	107
4.4.4.2.	<i>Programación del PLC Delta.</i> .....	108
4.4.4.3.	<i>Interfaz de PLC Delta.</i> .....	110
4.5.	Pruebas y funcionamiento.....	113
4.5.1.	<i>Prueba del sistema ensamblado.</i> .....	113
4.5.2.	<i>Prueba sin presencia del ganado.</i> .....	114
4.5.3.	<i>Pruebas con presencia del ganado.</i> .....	115
4.6.	Análisis de resultados. ....	117
4.7.	Plan de mantenimiento.....	120
4.7.1.	<i>Codificación del equipo.</i> .....	120
4.7.2.	<i>Registro del equipo.</i> .....	120
4.7.3.	<i>Ficha de estado técnico.</i> .....	121
4.7.4.	<i>Tarjeta de mantenimiento.</i> .....	123
4.8.	Manual de operación del sistema de banda transportadora y dosificadora de alimento.....	124

## **CAPÍTULO V**

5.	ESTUDIO DE COSTOS.....	125
----	------------------------	-----

## **CAPÍTULO VI**

6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	128
6.1.	Conclusiones.....	128
6.2.	Recomendaciones. ....	129

## **CAPÍTULO VII**

7.	BIBLIOGRAFÍA.....	130
----	-------------------	-----

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## LISTA DE FIGURAS.

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 2-1.</b> Bovino tipo carne. ....	5
<b>Figura 2-2.</b> Bovino tipo leche. ....	6
<b>Figura 2-3.</b> Sistema de transporte mediante tornillo sin fin. ....	9
<b>Figura 2-4.</b> Sistema de transporte mediante cadena. ....	9
<b>Figura 2-5.</b> Cangilón unido a la banda transportadora. ....	11
<b>Figura 2-6.</b> Perfiles en "U" ....	11
<b>Figura 2-7.</b> Tolvas receptoras de alimento. ....	12
<b>Figura 2-8.</b> Cilindro doble efecto. ....	13
<b>Figura 2-9.</b> Electroválvula 5/2 monoestable. ....	14
<b>Figura 2-10.</b> Sensor inductivo. ....	14
<b>Figura 2-11.</b> Sensor capacitivo. ....	15
<b>Figura 2-12.</b> Clasificación de los compresores. ....	15
<b>Figura 2-13.</b> Compresor de pistones. ....	16
<b>Figura 2-14.</b> Manguera de poliuretano. ....	17
<b>Figura 2-15.</b> Racores neumáticos. ....	17
<b>Figura 2-16.</b> Conector neumático en "T". ....	18
<b>Figura 2-17.</b> Regulador de caudal. ....	18
<b>Figura 2-18.</b> Cable concéntrico 4x16. ....	19
<b>Figura 2-19.</b> Fusible y base porta fusible. ....	19
<b>Figura 2-20.</b> Contactor eléctrico. ....	20
<b>Figura 2-21.</b> Barra de neutro. ....	20
<b>Figura 2-22.</b> Contacto NA. ....	21
<b>Figura 2-23.</b> Contacto NC. ....	21
<b>Figura 2-24.</b> Parada de emergencia. ....	22
<b>Figura 2-25.</b> Caja de protección. ....	22
<b>Figura 2-26.</b> PLC S7 1200. ....	23
<b>Figura 2-27.</b> Características del PLC S7 1200. ....	23
<b>Figura 2-28.</b> Interfaz TIA Portal. ....	24
<b>Figura 2-29.</b> PLC Delta. ....	25
<b>Figura 2-30.</b> Motor de máquina de coser. ....	25
<b>Figura 2-31.</b> Características de la parte motriz del Motorreductor. ....	26
<b>Figura 3-1.</b> Distribución de la planta de extracción de leche. ....	29
<b>Figura 3-2.</b> Transporte del alimento al contenedor principal. ....	30
<b>Figura 3-3.</b> Abrir el quintal de balanceado. ....	30



<b>Figura 3-4.</b> Colocar el alimento dentro del contendor principal. ....	30
<b>Figura 3-5.</b> Recipientes de dosificación del alimento. ....	31
<b>Figura 3-6.</b> Llenado del recipiente. ....	31
<b>Figura 3-7.</b> Transporte del alimento hacia la jaula 1.....	32
<b>Figura 3-8.</b> Dosificación del alimento en la jaula 1. ....	32
<b>Figura 3-9.</b> Dosificación del alimento agotado. ....	33
<b>Figura 3-10.</b> Diagrama de recorrido de una sola dosificación por jaula. ....	33
<b>Figura 3-11.</b> Simbología utilizada para el diagrama de recorrido. ....	34
<b>Figura 3-12.</b> Diagrama de proceso del transporte y dosificación manual del alimento. ....	35
<b>Figura 3-13.</b> Cuadro de resumen del diagrama de proceso. ....	36
<b>Figura 3-14.</b> Cuadro de resumen final. ....	36
<b>Figura 3-15.</b> Registro de alimentación en la semana del 04 al 10 de septiembre. ....	37
<b>Figura 3-16.</b> Registro de alimentación en la semana del 11 al 17 de septiembre. ....	38
<b>Figura 3-17.</b> Registro de alimentación en la semana del 18 al 24 de septiembre. ....	39
<b>Figura 3-18.</b> Registro de alimentación en la semana del 24 de septiembre al 01 de octubre. ....	40
<b>Figura 3-19.</b> Promedio total de alimento dosificado a los animales bovinos. ....	41
<b>Figura 4-1.</b> Motor NEMA IEC 60034-1. ....	46
<b>Figura 4-2.</b> Factor L1 para la selección de rodillos. ....	48
<b>Figura 4-3.</b> Factor Gg para la selección de rodillos. ....	48
<b>Figura 4-4.</b> Fc según la inclinación de la cinta. ....	49
<b>Figura 4-5.</b> Fi en función a la velocidad de la banda. ....	49
<b>Figura 4-6.</b> Fv factor de vida en función al tiempo de funcionamiento. ....	49
<b>Figura 4-7.</b> Selección del rodillo en base al diseño planteado. ....	50
<b>Figura 4-8.</b> Fuerzas que actúan sobre rodillos y afectan los rodamientos. ....	50
<b>Figura 4-9.</b> Coeficiente de fricción f. ....	51
<b>Figura 4-10.</b> Representación esquemática rodillo y rodamientos. ....	52
<b>Figura 4-11.</b> Diagrama de cuerpo libre plano XY.....	53
<b>Figura 4-12.</b> Diagrama de cuerpo libre plano xz. ....	54
<b>Figura 4-13.</b> Diseño del cangilón profundo. ....	56
<b>Figura 4-14.</b> Compresor. ....	61
<b>Figura 4-15.</b> Diseño del tornillo sin fin. ....	62
<b>Figura 4-16.</b> Selección de la hélice y eje. ....	63
<b>Figura 4-17.</b> Velocidad máxima de transporte. ....	64
<b>Figura 4-18.</b> Factor Co en función del material a transportar. ....	66
<b>Figura 4-19.</b> Motor Osaka Machine. ....	68
<b>Figura 4-20.</b> Diseño del tornillo sin fin y dimensiones. ....	69
<b>Figura 4-21.</b> Promedio de producción de leche del 04 al 10 de septiembre. ....	70

<b>Figura 4-22.</b> Promedio de producción de leche del 11 al 17 de septiembre. ....	71
<b>Figura 4-23.</b> Promedio de producción de leche del 18 al 24 de septiembre. ....	72
<b>Figura 4-24.</b> Promedio de producción de leche del 25 de septiembre al 01 de octubre.....	73
<b>Figura 4-25.</b> Diseño y dimensiones de las tolvas de recepción.....	75
<b>Figura 4-26.</b> Esquema del sistema de transporte y dosificación. ....	76
<b>Figura 4-27.</b> PLC DELTA DVPES200T. ....	79
<b>Figura 4-28.</b> Composición de la colada para ASTM A36.....	80
<b>Figura 4-29.</b> Límites de tracción y fluencia en Aceros ASTM 36. ....	80
<b>Figura 4-30.</b> Representación del esfuerzo mínimo. ....	81
<b>Figura 4-31.</b> Representación de la tensión máxima. ....	81
<b>Figura 4-32.</b> Representación del desplazamiento mínimo. ....	82
<b>Figura 4-33.</b> Representación de desplazamiento máximo.....	82
<b>Figura 4-34.</b> Representación de la deformación mínima. ....	83
<b>Figura 4-35.</b> Representación de la deformación máxima.....	83
<b>Figura 4-36.</b> Estudio del factor de seguridad de la estructura.....	84
<b>Figura 4-37.</b> Esquema neumático.....	85
<b>Figura 4-38.</b> Esquema neumático simulado.....	85
<b>Figura 4-39.</b> Esquema eléctrico contactor.....	86
<b>Figura 4-40.</b> Esquema eléctrico del PLC. ....	86
<b>Figura 4-41.</b> Diseño completo del sistema de transporte y dosificación de alimento. ....	87
<b>Figura 4-42.</b> Construcción de la estructura con los perfiles "U". ....	88
<b>Figura 4-43.</b> Construcción de la estructura de perfiles "U". ....	88
<b>Figura 4-44.</b> Perforación de agujeros de 1/2 pulg. ....	89
<b>Figura 4-45.</b> Ranurado para el templado de la banda.....	89
<b>Figura 4-46.</b> Rodillos. ....	89
<b>Figura 4-47.</b> Cinta transportadora montada. ....	90
<b>Figura 4-48.</b> Colocación de los tambores de accionamiento.....	90
<b>Figura 4-49.</b> Pernos tensores.....	91
<b>Figura 4-50.</b> Corte de los soportes en "U". ....	91
<b>Figura 4-51.</b> Ensamble de los perfiles "U" de soporte. ....	91
<b>Figura 4-52.</b> Corte de los cangilones. ....	92
<b>Figura 4-53.</b> Doblado de los cangilones.....	92
<b>Figura 4-54.</b> Asegurado de los elementos en la estructura "U". ....	93
<b>Figura 4-55.</b> Ubicación de elementos ensamblados.....	93
<b>Figura 4-56.</b> Templado de elementos.....	94
<b>Figura 4-57.</b> Ubicación de la tapa superior. ....	94
<b>Figura 4-58.</b> Cubierta con pintura. ....	94

<b>Figura 4-59.</b> Motor de accionamiento.....	95
<b>Figura 4-60.</b> Llegada del transportador a la planta de extracción de leche.....	95
<b>Figura 4-61.</b> Ingreso de la banda a la sección de ordeño.....	96
<b>Figura 4-62.</b> Colocación de la banda en el espacio dispuesto.....	96
<b>Figura 4-63.</b> Construcción u colocación de las tolvas.....	96
<b>Figura 4-64.</b> Instalación de las tolvas de almacenamiento.....	97
<b>Figura 4-65.</b> Construcción de los dosificadores.....	97
<b>Figura 4-66.</b> Perforaciones para salida del alimento de la banda.....	98
<b>Figura 4-67.</b> Tornillo sin fin.....	98
<b>Figura 4-68.</b> Construcción de las tolvas de precargar.....	99
<b>Figura 4-69.</b> Autoperforantes.....	99
<b>Figura 4-70.</b> Montaje del tornillo sin fin a la banda.....	99
<b>Figura 4-71.</b> Pintado de la banda transportadora.....	100
<b>Figura 4-72.</b> Ubicación del tablero de control.....	100
<b>Figura 4-73.</b> Ubicación de los pulsadores.....	100
<b>Figura 4-74.</b> Ubicación de los dosificadores y botoneras.....	101
<b>Figura 4-75.</b> Ubicación de los sensores.....	101
<b>Figura 4-76.</b> Ubicación de las electroválvulas.....	101
<b>Figura 4-77.</b> Componentes de caja de mando.....	102
<b>Figura 4-78.</b> Perforación de las tolvas para colocar los sensores.....	102
<b>Figura 4-79.</b> Electroválvula y compuerta de llenado.....	103
<b>Figura 4-80.</b> Distribución del cable.....	103
<b>Figura 4-81.</b> Contactor del motor.....	104
<b>Figura 4-82.</b> Conexión electroválvulas superiores.....	104
<b>Figura 4-83.</b> Electroválvulas inferiores y dosificadores.....	105
<b>Figura 4-84.</b> Conexión del PLC y componentes eléctricos.....	105
<b>Figura 4-85.</b> Caja de control y mando.....	105
<b>Figura 4-86.</b> Simulación del sistema en Automation Studio.....	107
<b>Figura 4-87.</b> Programación PLC Delta.....	109
<b>Figura 4-88.</b> Apertura del programa WLPSOFT2.12.....	110
<b>Figura 4-89.</b> Pantalla de inicio del WLPSOFT2.12.....	110
<b>Figura 4-90.</b> Selección del tipo de comunicación.....	110
<b>Figura 4-91.</b> Selección del puerto de conexión.....	111
<b>Figura 4-92.</b> Selección del Transfer setup.....	111
<b>Figura 4-93.</b> Transferencia de datos hacia el PLC Delta.....	112
<b>Figura 4-94.</b> Cuadro de diálogo con operación de comunicación completa.....	112
<b>Figura 4-95.</b> Corrido del programa cargado en el PLC.....	112

<b>Figura 4-96.</b> Programación cargada y ejecutada con éxito. ....	113
<b>Figura 4-97.</b> Funcionamiento antes de su instalación. ....	113
<b>Figura 4-98.</b> Activación del sistema sin el ganado. ....	114
<b>Figura 4-99.</b> Llenado de las tolvas. ....	114
<b>Figura 4-100.</b> Activación de la dosificación. ....	115
<b>Figura 4-101.</b> Caída del alimento a los comederos. ....	115
<b>Figura 4-102.</b> Activación del sistema. ....	115
<b>Figura 4-103.</b> tolvas llenas de alimento. ....	116
<b>Figura 4-104.</b> Dosificación del alimento. ....	116
<b>Figura 4-105.</b> Caída del alimento y agua a los comederos. ....	116
<b>Figura 4-106.</b> Dosificación del alimento con el bovino en la jaula. ....	117
<b>Figura 4-107.</b> Diagrama de procesos mejorado. ....	117
<b>Figura 4-108.</b> Cuadro de resumen mejorado. ....	118
<b>Figura 4-109.</b> Cuadro de resumen final mejorado. ....	118
<b>Figura 4-110.</b> Cuadro comparativo de mejoras del proceso manual y automatizado. ....	118
<b>Figura 4-111.</b> Codificación de equipo. ....	120
<b>Figura 4-112.</b> Ficha de registro del equipo. ....	121
<b>Figura 4-113.</b> Ficha de estado técnico. ....	122
<b>Figura 4-114.</b> Tarjeta de mantenimiento. ....	123

## LISTA DE TABLAS.

	Pág.
<b>Tabla 2-1.</b> Componentes para la producción de balanceado para bovinos en la sierra y en la Amazonía. ....	7
<b>Tabla 2-2.</b> Porcentajes de nutrientes obtenidos en la formulación del balanceado. ....	8
<b>Tabla 2-3.</b> Secciones de la Planta de Extracción de Leche al ganado. ....	28
<b>Tabla 4-1.</b> Características de la cinta transportadora. ....	43
<b>Tabla 4-2.</b> Pesos específicos de los materiales más comunes. ....	45
<b>Tabla 4-3.</b> Factor C para el cálculo de potencia, depende del tipo de material transportado. ....	46
<b>Tabla 4-4.</b> Características del rodamiento Y SKF E2 con anillo de fijación, ejes métricos. ....	55
<b>Tabla 4-5.</b> Características de la chumacera o unidad de rodamientos Y SKF E2. ....	55
<b>Tabla 4-6.</b> Características del perfil "U". ....	57
<b>Tabla 4-7.</b> Características de los actuadores RAL 20X75 – S. ....	57
<b>Tabla 4-8.</b> Características de los actuadores IACS 20X150-S. ....	58
<b>Tabla 4-9.</b> Tiempo promedio de apertura de los cilindros superiores. ....	60
<b>Tabla 4-10.</b> Características del compresor. ....	61
<b>Tabla 4-11.</b> Selección de la alternativa de dosificación. ....	62
<b>Tabla 4-12.</b> Criterios para la puntuación de las alternativas. ....	62
<b>Tabla 4-13.</b> Características del motor seleccionado Osaka. ....	68
<b>Tabla 4-14.</b> Criterio de dosificación según la producción de leche. ....	73
<b>Tabla 4-15.</b> Promedio de cuatro semanas y cantidad de dosificación. ....	74
<b>Tabla 4-16.</b> Cuadro de variables. ....	76
<b>Tabla 4-17.</b> Valores para la ponderación. ....	77
<b>Tabla 4-18.</b> Cuadro de ponderaciones entre PLC Delta y S7 1200. ....	77
<b>Tabla 4-19.</b> Características del PLC Delta DVP32ES00T y denominación. ....	79
<b>Tabla 4-20.</b> Tabla de variables. ....	106
<b>Tabla 4-21.</b> Cantidad de alimento dosificado y ahorro económico. ....	119
<b>Tabla 4-22.</b> Clasificación según su porcentaje. ....	122
<b>Tabla 4-23.</b> Estado del equipo, porcentaje y clasificación. ....	122
<b>Tabla 4-24.</b> Tipos de servicios de mantenimientos requeridos. ....	123
<b>Tabla 5-1.</b> Estudio de costos. ....	125
<b>Tabla 5-2.</b> Costo de artículos donados por el grupo de investigación de la escuela. ....	127
<b>Tabla 5-3.</b> Costo total del proyecto. ....	127

## LISTA DE ECUACIONES.

Pág.

<b>Ecuación 4-1.</b> Fórmula para el cálculo de la capacidad de la banda.....	43
<b>Ecuación 4-2.</b> Fórmula para el cálculo del factor K. ....	44
<b>Ecuación 4-3.</b> Fórmula para el cálculo de la capacidad de transporte. ....	44
<b>Ecuación 4-4.</b> Fórmula para el cálculo de la potencia requerida en el motor.....	45
<b>Ecuación 4-5.</b> Fórmula para el cálculo de la carga sobre un rodillo.....	47
<b>Ecuación 4-6.</b> Fórmula para calcular las fuerzas que interactúan en los rodillos.....	51
<b>Ecuación 4-7.</b> Fórmula de la Fuerzas 1 en función de la Fuerza 2. ....	51
<b>Ecuación 4-8.</b> Fórmula de la potencia en función de la fuerza y velocidad. ....	52
<b>Ecuación 4-9.</b> Ecuaciones del momento en el plano xy.....	53
<b>Ecuación 4-10.</b> Ecuaciones de la sumatoria de fuerzas en el plano xy.....	53
<b>Ecuación 4-11.</b> Ecuaciones del momento y reacciones en el plano xz.....	54
<b>Ecuación 4-12.</b> Fórmula para determinar el volumen requerido en los actuadores.....	58
<b>Ecuación 4-13.</b> Fórmula para determinar el caudal de aire comprimido. ....	59
<b>Ecuación 4-14.</b> Fórmula del caudal total. ....	60
<b>Ecuación 4-15.</b> Fórmula para la velocidad del tornillo sin fin.....	64
<b>Ecuación 4-16.</b> Fórmula para determinar la capacidad del tornillo. ....	65
<b>Ecuación 4-17.</b> Fórmula para determinar la potencia de accionamiento. ....	66
<b>Ecuación 4-18.</b> Fórmula para la potencia horizontal. ....	66
<b>Ecuación 4-19.</b> Fórmula para hallar la potencia de accionamiento en vacío.....	67
<b>Ecuación 4-20.</b> Fórmula para determinar la potencia del tornillo sin fin inclinado. ....	67

## LISTA DE ANEXOS.

- A.** Diagrama de recorrido actual de transporte y dosificación del alimento.....**¡Error! Marcador no definido.**
- B.** Catálogo de selección de la cinta transportadora en +Kepack... **¡Error! Marcador no definido.**
- C.** Catálogo para la selección del motorreductor..... **¡Error! Marcador no definido.**
- D.** Catálogo para la selección de rodillos de ROTRANS. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- E.** Catálogo para la selección de los rodamientos de la SKF. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- F.** Catálogo para la selección de la chumacera SKF..... **¡Error! Marcador no definido.**
- G.** Catálogo para la selección de los perfiles en "U" de DIPAC. ... **¡Error! Marcador no definido.**
- H.** Catálogo para la selección del PLC Delta DVP32ES200T. .... **¡Error! Marcador no definido.**

## LISTA DE ABREVIACIONES

<b>A</b>	Amperio
<b>V</b>	Voltio
<b>PLC</b>	Controlador Lógico Programable
<b>Rpm</b>	Revoluciones por minuto
<b>Mm</b>	Milímetros
<b>Hz</b>	Hertz
<b>kW</b>	Kilowatios
<b>HP</b>	Caballos de fuerza
<b>Qv</b>	Capacidad de la banda
<b>Qm</b>	Capacidad de transporte de la banda
<b>NA</b>	Normalmente abierto
<b>NC</b>	Normalmente cerrado
<b>Mpa</b>	Mega Pascales
<b>P</b>	Potencia
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>gal</b>	Galones
<b>Lt</b>	Litros
<b>mm</b>	Milímetros
<b>USD</b>	Dólares Americanos
<b>DC</b>	Corriente Directa



<b>AC</b>	Corriente Alterna
<b>Kr</b>	Carga a soportar
<b>F</b>	Fuerza

## **RESUMEN.**

El proceso metodológico llevado a cabo para el diseño de un sistema transportador y dosificador automático de alimentos para el ordeño del ganado bovino que se utilizará en la Estación Experimental Tunshi perteneciente a la ESPOCH, mediante el análisis de varios factores que permitieron llegar a una respuesta de diseño e implementación. Se realizó un análisis detallado del caso de estudio, donde se observaron cada una de las funciones manuales de transporte y dosificación del alimento que están relacionadas con la producción lechera, con el fin de identificar las ventajas y desventajas del balanceado que es utilizado convencionalmente en la alimentación y tomarlas como referente para el planteamiento de este trabajo, posteriormente se plantea un análisis teórico que apoya el proceso investigativo y finalmente el análisis de sistema automatizado de transporte y dosificación del alimento por medio de tipologías que facilitaron la realización de alternativas formales para apoyar el proceso de ordeño para la producción lechera. El transportador y dosificador de alimentos contiene una estructura metálica resistente, además este sistema cuenta con una fuente generadora de energía de inicio a fin del proceso, este sistema contiene en su interior una cinta transportadora con cangilones, que mediante su movimiento longitudinal serán los encargados de transportar el alimento desde el cuarto de almacenamiento de balanceado hacia cada uno de los tornillos sin fin, para que este con su movimiento de rotación llene cada una de las cuatro tolvas receptoras de alimento, las tolvas receptoras son aquellas que contiene el balanceado que al momento de ingresar el ganado a cada una de las jaulas de ordeño, se activan automáticamente, dejando que el alimento sea llenado en los comederos y permitiendo así que el ganado se alimente con tranquilidad a la vez que se procede a la extracción de leche, este alimento se proporciona de manera automática con un porcentaje de alimento promedio basado en la producción promedio de leche. Dentro de las ventajas que presenta el sistema implementado, son el ahorro significativo de tiempo en el proceso de transporte y dosificación del alimento en cada una de las jaulas, además de un ahorro económico considerable dentro de la alimentación al ganado bovino, ya que se reduce la cantidad de alimento que ingieren los bovinos en cada ordeño.

**Palabras clave:** <AUTOMATIZACIÓN>, <CONTROL INDUSTRIAL>, <PROCESOS INDUSTRIALES>, <DISEÑO MECÁNICO>, <PROGRAMADOR LÓGICO CONTROLABLE>, <DOSIFICACIÓN DEL ALIMENTO>

## **ABSTRACT**

The methodological process carried out for the design of a conveyor system and automatic feed doser for the milking of dairy cattle to be used in Estación experimental Tunshi of ESPOCH, through the analysis of several factors that led to a response from design and implementation. It was carried out a detailed analysis of the case study where each of the manual functions of transport and feed doser related with the milk production were observed. In order to identify the advantages and disadvantages of the balance feed that is conventionally used in food and take them as a reference for the approach of this work, then a theoretical analysis is proposed that supports the research process and finally the analysis of automated transport and dosing system of the food by means of typologies that facilitated the realization of formal alternatives to support the milking process for dairy production. The conveyor and feed doser contains a resistant metallic structure. In addition, this system has a source of energy generation from the beginning to the end of the process. This system contains inside a conveyor belt with buckets, which through its longitudinal movement will be responsible for transporting the food from the storage room of feed balanced to each of the endless screws, so that with its rotation movement fill each one of the four hoppers receiving food. The receiving hoppers are those that contain the feed balance that at the moment of entering the cattle to each one of the ordering cages are activated automatically, allowing the food to be filled in the feeders and thus allowing the cattle to feed with tranquility at the same time that proceeds to milking process. This food is provided automatically with an average feed percentage based on average milk production. Among the advantages of the implemented system, are the significant saving of time in the transportation process and dosing of the food in

each of the cages. Furthermore, to a considerable economic saving within the feeding to cattle, since it is reduced the amount of food that cattle eat in each milking.

**Keywords** <AUTOMATION>, <INDUSTRIAL CONTROL>, <INDUSTRIAL PROCESSES>, <MECHANICAL DESIGN>, <LOGIC CONTROLLED PROGRAMMER>, <FOOD DOSING>.

## **INTRODUCCIÓN.**

El presente documento está destinado a la automatización del proceso de transporte y dosificación de alimento en las jaulas de ordeño de la Planta de Extracción de leche al ganado bovino en la Estación Experimental Tunshi, apoyando así al desarrollo tecnológico de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, la cual posee 4 puestos de ordeño las mismas que tiene un tipo de distribución Tándem, dentro del cual será ejecutado nuestro sistema.

El proceso ordeño al ganado bovino se realiza durante todos los días de la semana, en dos jornadas, en la mañana a las 05:00 am y en la tarde a las 13:00 pm, con un tiempo de duración promedio de 2 horas por ordeño, cabe recalcar que en la Planta de Extracción de leche las operaciones de transporte y dosificación del alimento se realiza de forma manual por parte de los vaqueros que laboran en la instalación.

Algunos de los inconvenientes que se presenta al momento de dosificar el alimento al ganado bovino, es la incomodidad del operario al dosificar el alimento, generación de desperdicios de balanceado y aparición de tiempos improductivos entre otros, de esta manera se ha considerado pertinente el aporte que pueda dar el diseño industrial automatizado, ya que por medio de este sistema en estudio se puede proporcionar los materiales, mecanismos, facilidades y demás factores que permitan realizar un proyecto eficiente, basado en el desarrollo de un sistema dosificador que proporcione y garantice una adecuada alimentación a los animales ovinos en el momento de realizarse el ordeño, mejorando de esta manera el plan de alimentación para la planta extractora de leche y reduciendo en parte los costos de alimentación.

Finalmente se plantea como resultado del análisis participativo y teórico, una propuesta de diseño que pretende resolver todas las problemáticas anteriormente mencionadas, por medio de una metodología que integra al usuario directamente y se enfoca en las necesidades explícitas del caso de estudio, dando como respuesta el diseño de un sistema transportador y dosificador de alimentos para el momento del ordeño del ganado de producción bovina.

## **CAPÍTULO I**

### **1. MARCO REFERENCIAL.**

#### **1.1. Antecedentes.**

La Estación Experimental Tunshi perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo fue adquirida el 10 de noviembre de 1973, el lugar consta de numerosas áreas destinadas al tratamiento y estudio de diversos tipos de ganados, dentro del lugar se destaca la Planta de Extracción de Leche al ganado bovino, esta sección está a cargo de los vaqueros que desde sus inicios realizan las actividades de transporte y dosificación del alimento al ganado bovino de forma manual mientras se lleva a cabo el proceso de extracción de leche.

La Planta de Extracción de Leche del Ganado Bovino carece de estudios para la implementación de un sistema de transporte y dosificación automatizado del alimento, por tal razón nuestro estudio se enfocará en la implementación de este sistema dando así soluciones a problemas como el desperdicio de alimento, pérdidas económicas para la estación, tiempos improductivos, y la dieta ineficiente del ganado que ocasionan estas actividades que se realizan actualmente de forma manual.

Con los avances tecnológicos y la importancia que tiene el desarrollo del ganado bovino conjuntamente con los productos obtenidos de los mismos para el consumo humano, se ha propuesto realizar el transporte y dosificación automatizado del alimento dentro la Planta de Extracción de Leche en la Estación Experimental Tunshi.

#### **1.2. Planteamiento del problema.**

La Estación Experimental Tunshi área pecuaria perteneciente a la ESPOCH, ayuda al desarrollo académico de los estudiantes de la Facultad de Ciencias Pecuarias con la carrera de Ingeniería Zootecnia e Industrias Pecuarias basándose en cuatro pilares fundamentales para el avance institucional como son: apoyo académico, investigación, vinculación y gestión, otorgando a la sociedad profesionales de alta calidad teórico-práctico (epoch.edu.ec, s.f., pp. 1).

Dentro de la Estación Experimental Tunshi existe la Planta de Extracción de Leche del Ganado Bovino en donde el transporte y dosificación del alimento, se lleva a cabo por parte de los vaqueros de la planta realizando estas actividades de forma manual generando problemas que describimos a continuación:

El transporte del balanceado hacia cada uno de los comederos de las cuatro jaulas que existen en la planta de ordeño de los animales vacunos, generan tiempos improductivos y pérdidas económicas que son muy representativas en los costos de alimentación, desperdiciando alimento que es arrojado en los pisos de las instalaciones al ser transportado y dosificado ya que el animal no puede ingerir alimentos contaminados.

La dieta ineficiente es provocada por una mala dosificación del porcentaje del alimento correspondiente a cada uno de los animales bovinos, el porcentaje de alimento que debería ser depositado en cada uno de los comederos de las jaulas de ordeño está en función al promedio de producción de leche que se obtienen de cada animal bovino, en este caso no existe un porcentaje de alimento establecido para la dosificación por parte de los vaqueros, es decir la dosificación se realiza de forma empírica, si el animal que está siendo ordeñado termina su alimento se dosificará otra cantidad similar en su comedero, provocando de tal manera una dieta ineficiente que afecta la cantidad de producción de leche que se obtiene después del ordeño.

### **1.3. Justificación.**

#### ***1.3.1. Justificación teórica.***

El propósito del presente proyecto de investigación es aportar al desarrollo tecnológico de la Planta de Extracción de Leche de la Estación Experimental Tunshi mediante la aplicación de conocimientos técnicos y teóricos, así como metodologías de trabajo que han sido adquiridas a través de nuestra formación académica, cuyos resultados del proyecto podrán evidenciarse en la instalación de un sistema automatizado de transporte y dosificación de alimento en las jaulas de ordeño, por tanto se demostrará que el proyecto es viable en cuanto se lograra controlar las variables.

#### ***1.3.2. Justificación metodológica.***

Para la implementación de un nuevo sistema automatizado que transporte y dosifique el alimento al ganado bovino durante la actividad de ordeño, se realizará un estudio metodológico exploratorio de campo ya que el lugar carece de estudios anteriores, para esto analizaremos el estado actual de la Planta de Ordeño de la Estación Experimental Tunshi, posterior se elaborará un diseño previo de la maquinaria acorde a las limitaciones que se nos presenten en la planta, esto nos ayudará a determinar la factibilidad del proyecto en cuanto a la ejecución e implementación del mismo, con esto pretendemos obtener resultados favorables en la estación experimental, así

como mejorar la producción de leche, y el modo de alimentar al ganado, mediante un control automático.

### ***1.3.3. Justificación práctica.***

El presente proyecto de investigación se realiza por que existe la necesidad de mejorar los trabajos que se realizan de forma manual en el transporte y dosificación del alimento en la Planta de Ordeño de la Estación Experimental Tunshi, ayudando a reducir la cantidad de alimento desperdiciado y eliminando los tiempos improductivos que representan pérdidas económicas para la estación, la dosificación manual también ocasiona una dieta ineficiente en los animales bovinos es decir no existe una cantidad de alimento dosificado que sea proporcional a la cantidad de leche que se obtiene de estos animales, por tal razón con la implementación del sistema se contribuirá a la mejora de los procesos de extracción de leche en la planta.

## **1.4. Objetivos.**

### ***1.4.1. Objetivo general.***

- Diseñar e implementar un sistema automatizado de transporte y dosificación de alimentos, mediante PLC S7 1200 para el ganado bovino en las jaulas de ordeño en la estación experimental Tunshi.

### ***1.4.2. Objetivos específicos.***

- Diseñar un sistema de transporte y dosificación de alimento acorde a las limitaciones de la instalación que presenta la planta de ordeño.
- Implementar un mecanismo que transporte el balanceado desde el sistema de transporte hacia las tolvas contenedoras de alimento en cada una de las jaulas.
- Construir tolvas contenedoras adecuadas para el alimento dosificado dentro de las jaulas de ordeño.
- Implementar un sistema dosificador automático en base al promedio de producción de leche.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO.

En el presente capítulo se realiza una recopilación de las definiciones que han estado relacionadas, con el diseño y construcción del sistema de transporte y dosificación de alimento para el ganado bovino en la Planta de Ordeño en la Estación Experimental Tunshi.

#### 2.1. Animales bovinos.

La clasificación más importante de los animales bovinos tenemos según su aptitud productiva:

Los vacunos pueden clasificarse por su aptitud productiva en animales tipo carne o tipo leche. Se habla también de animales de doble aptitud, aunque las características productivas se pueden definir fácilmente, mediante la selección de razas (RAMIREZ, 2002, pp. 34).

Tipo carne: como su nombre indica de este tipo de bovinos podemos aprovechar su abundante carne, para determinar este tipo de animales tenemos las siguientes características: lomo recto, estructura rectangular, piernas con alto contenido de carne, cuello corte y ancho.

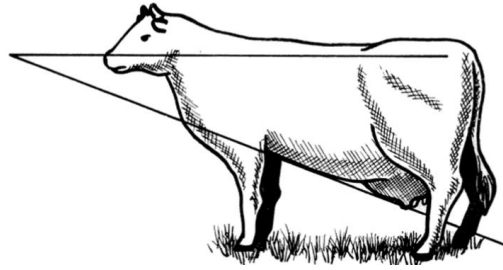


**Figura 2-1.** Bovino tipo carne.

**Fuente:** (RAMIREZ, 2002).

Tipo leche: una raza lechera puede definirse como animales bovinos con antepasados desarrollados únicamente para la producción de leche los cuales presenta las siguientes características con una estructura corporal angulosa y triangular, buena conformación de ubre, altas producciones diarias de leche con mayor contenido proteico y graso, además comparten una característica física presente en su color de piel original blanco y negro (RAMIREZ, 2002, pp. 34).





**Figura 2-2.** Bovino tipo leche.

**Fuente:** (RAMIREZ, 2002).

Dentro de estos animales bovino productores de leche tenemos a las siguientes clases: holstein, friesland, overo negro, jersey, ayrshire todos comparten su característica similar que es una alta productividad de leche.

Aptitud doble: son llamadas así, aquellas razas bovinas de las cuales se pueden aprovechar la carne y la leche, como por ejemplo shorthorn lechera, red pollea, flamenca, etc.

En la Estación Experimental Tunshi específicamente en la planta de ordeño del ganado bovino, se encuentra alrededor de 32 animales bovinos de raza Holstein friesland de tipo productoras de leche.

## **2.2. Balanceado para animales bovinos.**

El balanceado que es dosificado en la planta de ordeño de la estación experimental Tunshi debe cumplir ciertas características en cuanto a proteínas, energías y demás componentes que ayudan a mejorar la producción de leche en la estación.

Cabe recalcar que el balanceado que es dosificado a los animales bovinos es tan solo un complemento del resto de alimentos que debe ingerir el animal, por tal razón el balanceado es dosificado a los animales bovinos únicamente al momento de realizar el proceso de ordeño, el resto de comidas que ingiere el animal son de forrajes, pasto, yerbas y otros más que existen en la misma estación experimental, y son extraídas por parte de los vaqueros que laboran en la instalación.

Hay que tomar en cuenta que la preparación del balanceado depende mucha de la zona en la cual los animales vacunos se encuentran situados, es decir si están en la zona sierra, zona costa o amazónica, ya que los porcentajes de cada componente del alimento varían según su ubicación.

El alimento que ingieren los animales bovinos durante el proceso de ordeño es elaborado en la misma Estación Experimental Tunshi en la Planta de Alimentos, este proceso se lleva a cabo por

personas totalmente capacitadas, ya que en el lugar elaboran no solamente el alimento para bovinos sino también para ovinos, y demás especies que son objeto de estudio en la Estación.

Para nuestro estudio tomaremos en cuenta la ubicación de los animales bovinos de la Planta de Extracción de Leche en la Estación Experimental Tunshi perteneciente a la ESPOCH que se encuentra ubicada en la Provincia de Chimborazo exactamente en la zona sierra.

En la Tabla 1. Se diferencian los porcentajes de componentes para la formulación del balanceado tanto en la sierra como en la Amazonía.

**Tabla 2-1.** Componentes para la producción de balanceado para bovinos en la sierra y en la Amazonía.

<b>Formulación del balanceado para animales bovino.</b>			
<b>Riobamba</b>		<b>Pastaza</b>	
<b>Producto</b>	<b>Kg</b>	<b>Producto</b>	<b>Kg</b>
Maíz	93.15	Maíz	50.34
Afrecho de trigo	0	Afrecho de trigo	73.51
Povillo de arroz	72.62	Povillo de arroz	97.2
Afrecho de maíz	0	Afrecho de maíz	0
Harina de pescado	0	Harina de pescado	0
Torta de soya	8.1	Torta de soya	20.25
Turbomine	1.22	Turbomine	4.05
Sal yodada	1.9	Sal yodada	1.42
Colistina	0	Colistina	0
Methionina	0	Methionina	0
Fosfato monocal	5.27	Fosfato monocal	3.04
Premezcla tortuga	2.03	Premezcla tortuga	1.3
Bioplex	0	Bioplex	0
Lisina	0.81	Lisina	0
Secuestran	0	Secuestran	0
Antimicotico	0	Antimicotico	0
Afrecho de cerveza	162	Afrecho de cerveza	141.75
Melaza, caña	8.91	Melaza, caña	8.1
Calcio, carbonato	4.46	Calcio, carbonato	4.05
Grasa vegetal	8.1	Grasa vegetal	0
Morera	0	Morera	0
Palmiste	36.45	Sacha inchi	0
<b>Total en Kg.</b>	<b>405.02</b>	<b>Total en Kg.</b>	<b>405.01</b>

Realizado por: Lascano C., Costales P.

Dentro de la formulación del balanceado se encuentran componentes como la lisina, turbomine, bioplex, methionina, fosfato que son muy importantes para que el alimento tenga una buena cantidad de proteínas y el afrecho de trigo, polvillo de arroz, afrecho de maíz que son muy importantes como generador de grasas dentro del alimento.

Como se observó la cantidad de componentes en la producción del balanceado varían en relación a la ubicación de los animales tanto en la sierra como en el oriente, pero sin embargo se debe

llegar a obtener la misma cantidad de alimento con 405.01 Kg y además debe cumplir con los porcentajes de nutriente exactos para obtener una buena producción de leche.

Los porcentajes de nutrientes que se deben llegar a establecer en la formulación del balanceado que se produce dentro de la Planta de Alimentos en la Estación Experimental Tunshi se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2-2.** Porcentajes de nutrientes obtenidos en la formulación del balanceado.

	Súper lecheras
Proteína cruda (mín.)	18%
Grasa cruda(máx.)	4%
Fibra cruda(máx.)	11%
Ceniza(máx.)	10%
Humedad(máx.)	13%
Energía neta de lactancia Kcal/kg	1750

Realizado por: Lascano C., Costales P.

### **2.3. Sistemas de transporte de alimento.**

En la selección del sistema adecuado para transportar el balanceado a las jaulas de ordeño de la Estación Experimental Tunshi comparamos entre las siguientes alternativas que se describen a continuación:

#### **2.3.1. Sistema de transporte mediante tornillo sin fin.**

Los sistemas mediante tornillo sin fin están destinados en su mayoría al transporte de materiales a granel, el cual tiene su principio de funcionamiento valiéndose de un tornillo giratorio desplazando el material por medio de sus hélices (ECURED, 2011).

El elemento transportador está formado por un metal moldeado en forma de hélice, el cual rota alrededor de un eje longitudinal y transporta el material a granel en un tubo el cual se encuentra en reposo, y además sirve como elemento portante es decir este soporta cargas.

Básicamente un tornillo sin fin está constituido por una hélice montada sobre un eje que se encuentra suspendido en un canal en forma de “U”, de tal modo que el material que es transportado no se acumule en los lados, este sistema adema tiene una tapa superior desmontable que facilita su mantenimiento.



**Figura 2-3.** Sistema de transporte mediante tornillo sin fin.

**Fuente:** (LIPPEL, s.f.)

Una de las ventajas más representativas que tiene el sistema de transporte mediante tornillo sin fin es su fabricación, sencilla con un diseño compacto, de fácil instalación y a bajo costo.

Las principales desventajas del tornillo sin fin es que no se recomienda para transportes de materiales a largas distancias, y además se generan fuertes desgaste en todos sus componentes.

### **2.3.2. Sistema de transporte mediante cadena.**

Este tipo de sistema mediante cadena son transportadores continuos también para materiales a granel como por ejemplo arena, carbón, cereales, etc. Estos tipos de transportadores pertenecen a los medios de elevación en las técnicas de transporte (SYSTEM, s.f.).

Estos sistemas transportadores de cadena están compuestos por varios ramales de cadena circulantes, las ruedas de cadena están unidas entre sí por medio de un eje y la transmisión por cadena es accionada por un motor eléctrico que generalmente está controlado por dos niveles, velocidad de marcha lenta y velocidad principal.



**Figura 2-4.** Sistema de transporte mediante cadena.

**Fuente:** (systems, s.f.)

La ventaja principal del sistema transportador por cadena es que puede ser hermético a materiales que producen gran cantidad de polvo, además de evitar la contaminación de los materiales que son transportados.

Dentro de las desventajas más significativas del sistema transportador mediante cadenas tenemos que no permiten transportar materiales en largos tramos, además no permite realizar un mantenimiento adecuado por ser un sistema de transporte totalmente hermético.

### ***2.3.3. Sistema mediante banda transportadora.***

El sistema más adecuado para el transporte de materiales a granel, es por medio de una banda transportadora con cangilones, pues este sistema no permite que el material que se encuentra dentro sea maltratado.

Este sistema es el más adecuado e idóneo para el transporte vertical, horizontal e inclinado de materiales a granel cuando el espacio para un transportador es insuficiente o la pendiente es elevada, generalmente son instalaciones que se encuentran fijas, además son aptas para el transporte a largas distancias.

La alimentación a este sistema se hace de tal forma que el material sea atrapado por los cangilones, que generalmente con una carga parcial y una velocidad determinada fijos a una banda transportadora trasladen el material alrededor de la banda.

Los sistemas mediante banda transportadora están compuestos en forma general mediante:

Sistema de accionamiento: está constituido por un motor reductor ligado directamente al eje del tambor de accionamiento o a través de un acople.

Rodillos o Tambor de accionamiento: sobre el cual se encuentra el dispositivo tensor. Es recomendable que se construya totalmente sólido para evitar que el material derramado se introduzca dentro del mismo.

Dispositivo tensor: como indica su nombre este dispositivo permite el tensado de la banda logrando así un perfecto funcionamiento del sistema.

Banda transportadora: este dispositivo es el encargado de trasladar los cangilones que se encuentran fijos a la banda alrededor de este sistema para que el material que se encuentra dentro sea transportado, al momento de su selección se debe tomar en cuenta la mayor robustez siendo esta de material como algodón, goma, plástico, etc.

Cangilones: como sea dicho antes los cangilones van fijos es decir remachados a la banda, y son los encargados de alojar la carga de material para que esta sea transportada, además es aconsejable que su construcción sea en metal, acero inoxidable o chapa soldada.



**Figura 2-5.** Cangilón unido a la banda transportadora.

**Fuente:** (dim.usal.es, s.f.)

Perfiles en forma de “U”: son los encargados de formar la estructura total de la banda y están en los extremos del sistema.



**Figura 2-6.** Perfiles en "U".

**Fuente:** (solostocks.com, s.f.)

Rodamientos: son aquellos elementos que absorben todas las cargas radiales y axiales que se produce por efectos de transporte del material, en estos elementos se encuentran acoplados los ejes del rodillo, que son los que generan las fuerzas nombras anteriormente.

Chumacera: también es denominado como unidad de rodamientos donde se encuentran alojados los rodamientos para evitar que estos se desplacen por efectos de movimientos de la banda transportadora.

Dentro de las principales ventajas que presenta el sistema de banda transportadora tenemos:

- No maltrata, ni contamina el material transportado.
- Carencia de atmosfera de polvo.
- Averías reducidas.
- Sistema adecuado para transporte a largas distancias.
- Fácil mantenimiento, el sistema es desmontable.

Las desventajas presentes en este tipo de sistema son:

- Elevado consumo de energía.
- Alargamiento mínimo de la banda.

Principales aplicaciones del sistema de banda transportadora:

- En silos para el transporte de productos a granel balanceados, trigo, alimentos, etc.
- Ideal para cargar material a elevadas alturas.

#### **2.4. Tolvas receptoras de alimento.**

Son contenedores de alimento que están elaborados de tol galvanizado, y son encargados de mantener el alimento almacenado antes de que este sea dosificado a los animales bovinos durante el proceso de ordeño.



**Figura 2-7.** Tolvas receptoras de alimento.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

#### **2.5. Cilindros neumáticos.**

Los cilindros son dispositivos neumáticos, que son accionados mediante el uso de aire comprimido generando así un movimiento rectilíneo de avance y retroceso de algún mecanismo puesto en marcha.

Estos dispositivos de trabajo son de uso muy frecuente que generalmente se dividen en cilindros simple efecto y cilindros doble efecto.

Cilindro doble efecto.

Los cilindros doble efecto son más eficientes ya que realizan su carrera tanto de avance como retorno por acción del aire comprimido. Denominados doble efecto porque emplean las dos caras

del émbolo, es decir aire en ambas caras por lo que estos actuadores realizan su trabajo en ambos sentidos.



**Figura 2-8.** Cilindro doble efecto.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

## **2.6. Electroválvulas.**

Las electroválvulas son muy utilizadas dentro de los circuitos neumáticos, siendo de gran utilidad para controlar el avance y retorno de cilindros de simple efecto o doble efecto.

La señal que permite la conmutación en la electroválvula es de naturaleza eléctrica, excitando el solenoide por acción magnética provoca que se desplace el núcleo interno habilitando o deshabilitando el paso del fluido.

La clasificación de las electroválvulas por posiciones estables es:

### **2.6.1. *Electroválvulas biestables.***

Estas válvulas no tienen una única posición de reposo estable, es decir si la señal que provocó la posición en la que se encuentra en ese instante desaparece, permanecerá en esa misma posición hasta que se active la señal correspondiente a una nueva posición.

### **2.6.2. *Electroválvulas monotables.***

Son aquellas válvulas que tiene una posición de reposo estable, que es en la que permanecerá la válvula de forma indefinida si es que sobre ella no actúa el dispositivo de mando, el retorno a la posición de reposo se realiza por medio del muelle.

Las válvulas monoestables pueden ser normalmente abiertas o normalmente cerradas.

Serán normalmente abiertas (NA), cuando en su posición estable dejen pasar el fluido a presión hacia los elementos de consumo.



Serán normalmente cerradas (NC), cuando es su posición estable no dejen pasar el fluido a presión a los elementos de consumo.



**Figura 2-9.** Electroválvula 5/2 monoestable.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

## **2.7. Sensores.**

Los sensores tienen la capacidad de detectar información y de transmitir señales a las unidades de evaluación, en algunas aplicaciones se usan sensores de diversas formas y modos de funcionamiento dependiendo la utilidad.

Dentro de la clasificación más representativa de los sensores tenemos a:

### **2.7.1. Sensores inductivos.**

Este tipo de sensores son una clase especial porque sirve para detectar materiales ferrosos, son de gran utilidad dentro de la industria para aplicaciones de posicionamiento como para detectar presencia, ausencia de objetos metálicos, además de usos de codificación y conteo.



**Figura 2-10.** Sensor inductivo.

**Fuente:** (Nicolás, 2009)

### **2.7.2. Sensores capacitivos.**

Los sensores capacitivos son sensores de tipo eléctrico.

La principal ventaja de este tipo de sensores frente a los inductivos es que poseen la capacidad de reaccionar ante metales y no metales, además de funcionar en controles de nivel de carga de materiales sólidos y líquidos.



**Figura 2-11.** Sensor capacitivo.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Este tipo de sensor capacitivo nos sirve para poder determinar el nivel de llenado del balanceado es decir un material no ferroso que está en las tolvas de almacenamiento en las jaulas de ordeño y presenta las siguientes características:

- Diámetro 18 mm
- Distancia de detección 5 mm
- Voltaje de trabajo 24 V a 210 V

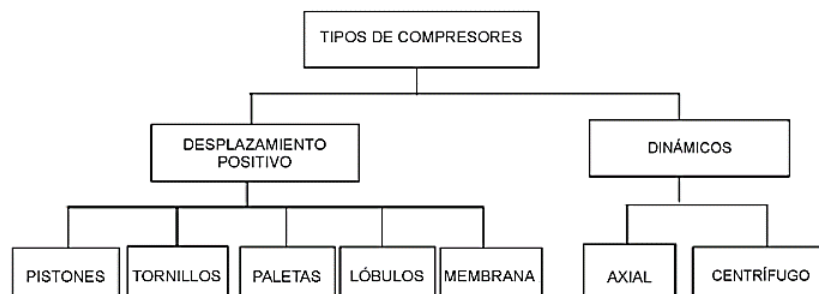
Según las características que han sido descritas, el sensor capacitivo es el adecuado para la elaboración de nuestro sistema.

## 2.8. Compresor.

Son aquellos aparatos que proporcionan energía a las herramientas y máquinas en diversos sectores productivos, esta energía es aire comprimido, una fuerza motriz que sustituye a la electricidad siendo segura y económica.

La generación de aire comprimido se hace usando un compresor. El objetivo del compresor es aumentar la presión del aire atmosférico aspirado hasta la presión de trabajo. Existen compresores de diferentes características de acuerdo con su funcionamiento, además, varían según el caudal y la presión que entregan (RAMOS, 2007, pp. 25).

Los compresores se clasifican en dos grupos básicos:



**Figura 2-12.** Clasificación de los compresores.

**Fuente:** (RAMOS, 2007)

### **2.8.1. Compresores dinámicos.**

Los compresores dinámicos no son de uso muy frecuente, en estos dispositivos el aire es aspirado y comprimido mediante la aceleración de la masa o el cambio de la energía cinética. “En los compresores tipo dinámicos, al aire o gas se le imprime una energía de velocidad mediante la rotación a alta velocidad de los impulsores de la máquina. Parte de esta energía se convierte en presión” (RAMOS, 2007, pp. 31).

### **2.8.2. Compresores de desplazamiento positivo.**

En este tipo de compresores la compresión se obtiene mediante la reducción de volumen del gas dentro del dispositivo. “En los compresores de desplazamiento positivo, el gas o aire se confina en un recipiente, y el volumen que ocupa se reduce mecánicamente, causando un incremento de la presión a la descarga” (RAMOS, 2007, pp. 26).

Entre éstos compresores de desplazamiento positivos tenemos a los de pistones.

#### **2.8.2.1. Compresores de pistones.**

Estos son de uso más frecuente, la compresión se realiza por el movimiento alternativo de un pistón, en la carrera descendente la válvula de admisión automática se abre y el cilindro se llena de aire, para posterior en la carrera ascendente comprimirlo, saliendo así por la red de distribución.

Los caudales entregados pueden variar desde los más pequeños hasta caudales mayores a 500 m<sup>3</sup>/min, en este tipo de compresores son de lo más apetecidos dentro de la industria porque son usados para baja, media y alta presión.



**Figura 2-13.** Compresor de pistones.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

En la figura 12. Se presenta un compresor de pistones que presenta las siguientes características que fueron aptas para nuestra selección:

- Potencia nominal: 2HP
- Voltaje nominal: 110V
- Corriente nominal: 13.6A
- Frecuencia: 60HZ
- Velocidad: 3450r/min
- Capacidad: 500/60  $\mu$ F

## **2.9. Manguera de poliuretano.**

Es un tipo de manguera neumática destinada a transportar fluidos como aire comprimido a los elementos de mando y control que conforman el sistema.

Su flexibilidad es excepcional, durable, ligera y resistente a la abrasión.

La manguera de poliuretano viene en pulgadas y en milímetros dependerá de las necesidades del sistema, dentro de las utilizadas tenemos manguera de poliuretano de 6mm y 10mm.



**Figura 2-14.** *Manguera de poliuretano.*

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

## **2.10. Racores.**

En la actualidad la mayor parte de conexiones de los equipos neumáticos se realizan por medio de racores, por su fácil conexión y desconexión de las mangueras, su larga vida útil y bajo precio hacen de esta opción de conexión entre válvulas y cilindros neumáticos no tenga competencia.



**Figura 2-15.** *Racores neumáticos.*

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

### 2.11. Conector neumático en "T".

Es un distribuidor en T de mucha precisión para poder crear con rapidez y escaso esfuerzo derivaciones para manguera flexible de material plástico, dentro de las características principales que presentan estos distribuidores están en su montaje flexible, completamente seguro y hermético.

Los conectores en "T" al igual que otros elementos neumáticos vienen en distintas medidas para usos múltiples.



**Figura 2-16.** Conector neumático en "T".

Fuente: Lascano C., Costales P.

### 2.12. Regulador de caudal.

Las válvulas reguladoras de caudal permiten controlar el paso del aire comprimido a un sistema puesto en marcha, aumentando o disminuyendo su cantidad, en otros casos también se pueden utilizar estos dispositivos para controlar el avance o retroceso de un elemento actuador neumático dependiendo la necesidad de velocidad de avance y retorno de este elemento.



**Figura 2-17.** Regulador de caudal.

Fuente: Lascano C., Costales P.

### 2.13. Cable concéntrico 4x16.

Es un tipo de cable flexible adecuado para manipularlo en conexiones a elementos eléctricos y electro neumáticos.

Este tipo de cable 4x16 presenta la característica especial de soportar 13 A que influyeron en nuestra elección.



**Figura 2-18.** Cable concéntrico 4x16.

Fuente: Lascano C., Costales P.

### 2.14. Fusibles cilíndricos y bases porta fusibles modulares.

Los fusibles cilíndricos son utilizados para la protección de las instalaciones eléctricas, circuitos de control y señal contra sobrecargas y corrientes de cortocircuito, estos fusibles son utilizados principalmente en las zonas industriales.

Las bases porta fusibles están hechas de material un resistente a elevadas temperaturas.



**Figura 2-19.** Fusible y base porta fusible.

Fuente: Lascano C., Costales P.

### 2.15. Contactor eléctrico.

Es un dispositivo electromecánico que tiene como función establecer o interrumpir el paso de corriente, es la pieza clave del automatismo en un motor eléctrico.

Su objetivo es la de efectuar maniobras de apertura y cierre de circuitos directamente relacionados con la instalación de motores eléctricos, excepto los motores individuales pequeños que son accionados manualmente o por medio de relés, el resto de motores se accionan con contactores.



**Figura 2-20.** Contactor eléctrico.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

## **2.16. Barra de neutro.**

La barra de neutro sirve como un camino de retorno de la carga que proviene desde la fuente de la energía. La barra de neutro es utilizada como un punto de conexión para todos los cables neutros de distintos circuitos y tomas eléctricas.



**Figura 2-21.** Barra de neutro.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

## **2.17. Contacto normalmente abierto y normalmente cerrado.**

Existen generalmente dos tipos de contactos que son: contacto normalmente abierto y normalmente cerrado. Para poder diferenciar si el contacto es normalmente abierto los podemos encontrar con NA y los contactos normalmente cerrado se indicarán con NC.

### 2.17.1. Contacto normalmente abierto (NA).

Estos contactos en estado de reposo se encuentran abiertos, esto significa que entre los dos puntos del contacto no existe continuidad.



**Figura 2-22.** Contacto NA.

Fuente: Lascano C., Costales P.

### 2.17.2. Contacto normalmente cerrado (NC).

Al contrario de los contactos normalmente abiertos, en su estado de reposo el contacto permanece cerrado existiendo continuidad.



**Figura 2-23.** Contacto NC.

Fuente: Lascano C., Costales P.

## 2.18. Parada de emergencia.

La función de parada de emergencia es muy importante porque ayuda a prevenir situaciones de peligro que pueden afectar a las personas, y además ayuda a evitar daños en las maquinas o en trabajos en curso para minimizar los riesgos ya existentes.

Para prevenir las situaciones de peligro se necesitan unidades de mando equipadas con un pulsador tipo hongo de color rojo, este dispositivo en general es utilizado como medida de seguridad ayudando a neutralizar situaciones de peligro.





**Figura 2-24.** Parada de emergencia.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

## **2.19. Caja general de protección.**

Es una caja elaborada de un material aislante que en su interior aloja elementos eléctricos de mando y control, así como dispositivos de protección de líneas generales de alimentación de una instalación realizada.



**Figura 2-25.** Caja de protección.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

## **2.20. Controlador Lógico Programable (PLC).**

En la solución a tareas de control complejas suelen utilizarse controles lógicos programables, con estos controles el programa no está determinado por la conexión entre varios relés individuales sino más bien contenido del software en los PLC principalmente procesan señales binarias.

El PLC S7 1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible

y amplio juego de instrucciones, el S7- 1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones (SIEMENS, 2009, pp. 11).



**Figura 2-26.** PLC S7 1200.

Fuente: (SIEMENS, 2009)

### 2.20.1. Características de los PLC S7 1200.

Los PLC 1200 presentan las características:

Función	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75		110 x 100 x 75
Memoria de usuario			
• Memoria de trabajo	• 25 KB		• 50 KB
• Memoria de carga	• 1 MB		• 2 MB
• Memoria remanente	• 2 KB		• 2 KB
E/S integradas locales			
• Digitales	• 6 entradas/4 salidas	• 8 entradas/6 salidas	• 14 entradas/10 salidas
• Analógicas	• 2 entradas	• 2 entradas	• 2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)		
Área de marcas (M)	4096 bytes		8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	Ninguna	2	8
Signal Board	1		
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)		
Contadores rápidos	3	4	6
• Fase simple	• 3 a 100 kHz	• 3 a 100 kHz 1 a 30 kHz	• 3 a 100 kHz 3 a 30 kHz
• Fase en cuadratura	• 3 a 80 kHz	• 3 a 80 kHz 1 a 20 kHz	• 3 a 80 kHz 3 a 20 kHz
Salidas de impulsos	2		
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)		
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C		
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		

**Figura 2-27.** Características del PLC S7 1200.

Fuente: (SIEMENS, 2009)





**Figura 2-29. PLC Delta.**

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

El software de programación se encuentra libre en la red, haciendo que se mucho más accesible este tipo de controlador lógico programable.

### **2.21. Motor eléctrico de máquina de coser doméstica.**

Los motores de máquina de coser domésticos son muy utilizados por su fácil adaptación a espacios reducidos, dentro de los usos más comunes es en la industria para realizar transmisión de movimientos a elementos o sistemas rotativos pequeños.



**Figura 2-30. Motor de máquina de coser.**

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Dentro de las características de aceptación para algún proyecto de tipo industrial son:

- Amperaje: 1A
- Potencia: 100W
- Voltaje: 110V
- Frecuencia: 50/60Hz
- RPM: 7000

### **2.22. Motorreductor.**

Dentro de los trabajos que se realizan en las industrias se requieren de equipos que trabajen variando sus rpm de entrada, que por lo general son mayores a 1200 y entregando a la salida un número menor de rpm. Este trabajo podemos realizarlos con ayuda de los reductores y motorreductores de velocidad.

Los motorreductores son netamente apropiados para el accionamiento de máquinas de uso industrial que necesitan reducir la velocidad de manera segura y eficiente.

#### 2.22.1. Beneficios de los motorreductores:

- Menor tiempo requerido para su instalación.
- Mayor eficiencia en la transmisión de potencia suministrado por el motor.
- Reducción en los costos de mantenimiento.
- menor espacio requerido para su instalación.

Los motorreductores se suministran normalmente acoplando a la unidad reductora a un motor eléctrico normalizado totalmente cerrado para conectar a redes de 110v / 220v y 60 Hz.

Norma	IEC 60034-1	Potencia	0.37 kW
Frecuencia	50 Hz	Fijación	Con pies
Tensión	110 - 220	Brida	C-DIN
Numero de polos	2	Forma constructiva	B34T
Grado de protección	IP55	Caja de conexión <sup>1</sup>	Superior
Rotación sincrónica	3000 rpm	Refrigeración	IC411 - TEFC

**Figura 2-31.** Características de la parte motriz del Motorreductor.

Fuente: Lascano C., Costales P.

#### 2.23. Parámetro de la banda transportada.

Capacidad de la banda ( $Q_v$ ).

La capacidad de la banda podemos definir como el límite de llenado en  $m^3$  durante una hora, sin que el material que está siendo transportado se desparrame en ninguna dirección.

Capacidad transporte de la banda ( $Q_m$ ).

Podemos definir a la capacidad de transporte como la cantidad de alimento o material en  $T_m$  que puede transportar la banda durante una hora de trabajo constantemente, dentro de cualquier tipo de industria que requiera de su utilidad.

La capacidad de transporte dependerá de la necesidad o la utilidad que se requiera en una determinada instalación de tal manera poder dimensionar el transportador, de modo que se reduzca o se aumenta la capacidad de transporte del material.

#### **2.24. Límite a la tracción.**

La tracción se produce cuando un material está sometido a dos fuerzas en sentido contrario y tienden a estirarlo, la tracción viene dado en Mega pascales (Mpa).

Cuando el material es completamente sólido las deformaciones pueden ser permanentes, es decir el material a superado el límite fluencia y se comporta de forma plástica, pero si las deformaciones son temporales podemos decir que el material tiene un comportamiento elástico.

#### **2.25. Límite a la fluencia.**

La fluencia está presente en casi todas las propiedades mecánicas de los materiales, y podemos definirla como el límite entre la zona elástica y la zona plástica conocida también como un estado de transición, es decir, es el límite de esfuerzos que se produce cuando un material pasa de ser elástico a plástico con una deformación casi irreversible.

La unidad principal en las que viene dado el límite de fluencia son los Mega pascales (Mpa).

## CAPÍTULO II

### 3. SITUACIÓN ACTUAL.

Como mencionamos en los capítulos anteriores, en la Planta de Extracción de Leche al Ganado Bovino en la Estación Experimental Tunshi, las tareas de transporte y dosificación del alimento a los animales se realiza de forma manual y empírica, ocasionando diversos problemas que mediante la implementación de nuestro sistema solucionaremos de manera eficiente.

En el presente capítulo se dará a conocer la forma en que se realizan las actividades antes mencionadas por parte de los vaqueros que laboran en las instalaciones.

Para el análisis de la situación actual de la planta tomaremos en cuenta los siguientes puntos que mencionamos a continuación con su respectivo desarrollo y análisis.

#### 3.1. Plano de distribución actual de la planta.

Dentro de la Planta de Ordeño al Ganado Bovino de la Estación Experimental Tunshi se encuentran ubicadas algunas secciones que forman parte de la instalación, y son muy importantes ya que cada una de estas cumplen una función en el mejoramiento del desarrollo académico de los estudiantes de la ESPOCH.

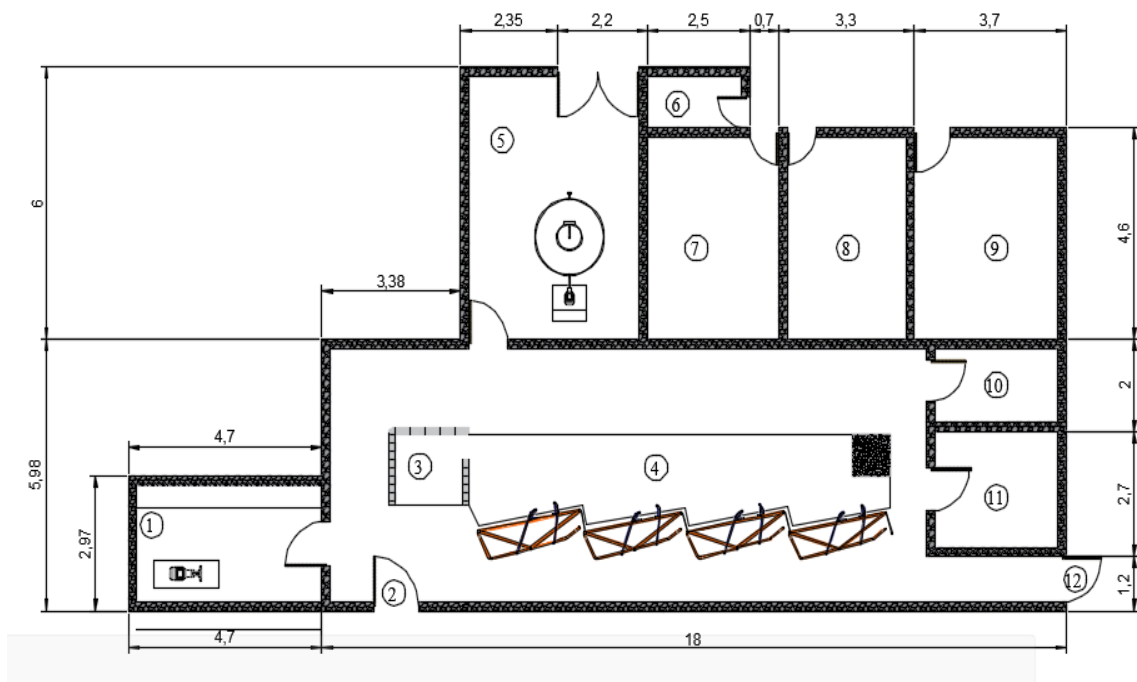
Las secciones que existen dentro de la Planta de Extracción de Leche se detallan en la Tabla 3.

**Tabla 2-3.** Secciones de la Planta de Extracción de Leche al ganado.

N°	Sección
1	Bodega de alimento y equipos
2	Entrada del ganado bovino
3	Sistema de limpieza
4	Sección de ordeño
5	Almacenamiento de leche
6	Baño
7	Bodega de herramientas
8	Farmacia de bovinos
9	Oficinas
10	Implementos de limpieza
11	Cuarto del compresor
12	Salida del ganado bovino

Realizado por: Lascano C., Costales P.

La siguiente Figura 1. nos muestra la división de las secciones de la planta de extracción de leche, con su respectiva numeración.



**Figura 3-32.** Distribución de la planta de extracción de leche.

Fuente: Lascano C., Costales P.

### 3.2. Descripción de las actividades de transporte y dosificación del alimento.

#### 3.2.1. Transporte actual del alimento.

La operación de transporte del alimento se lleva a cabo por parte de los vaqueros.

Esta operación se realiza de la siguiente manera:

- El vaquero o los vaqueros designados se dirigen hacia la bodega de almacenamiento del alimento, para tomarlo y cargarlo desde la bodega hasta el contenedor principal que se encuentra frente a las jaulas de ordeño.





**Figura 3-33.** Transporte del alimento al contenedor principal.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

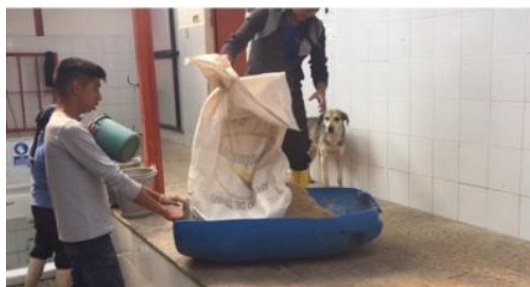
- Una vez que el alimento se encuentra cerca del contenedor principal, se abre el quintal de balanceado para colocarlo dentro y se lo cubre hasta que sea el momento de la dosificación.



**Figura 3-34.** Abrir el quintal de balanceado.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

- Los vaqueros son los encargados de depositar el balanceado dentro del contenedor principal, para lo cual uno de ellos arroja el alimento adentro y el otro es el encargado de mantener fijo el contenedor para evitar que caiga fuera del recipiente.



**Figura 3-35.** Colocar el alimento dentro del contenedor principal.

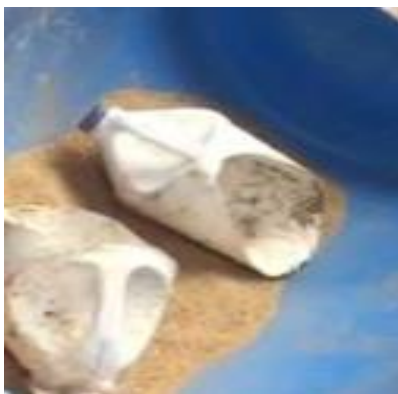
**Fuente:** Lascano C., Costales P.

### 3.2.2. *Dosificación actual del alimento.*

Al igual que el transporte también la dosificación del alimento se realiza por parte de los vaqueros de forma manual.

La dosificación del alimento se realiza de la siguiente manera que se detalla a continuación:

- Para la dosificación existen dos recipientes pequeños del mismo tamaño, que son utilizados para dosificar el alimento desde el contenedor principal hacia el comedero en cada una de las cuatro jaulas de ordeño, el comedero debe quedar completamente lleno. Los recipientes para dosificación y los comederos no contienen ninguna clase de medida, dosificando el alimento de forma empírica.



**Figura 3-36.** Recipientes de dosificación del alimento.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

- Con el alimento dentro del contendor principal se descubre y se comienza a llenar el recipiente, para realizar la dosificación de la primera jaula.



**Figura 3-37.** Llenado del recipiente.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

- El vaquero designado comienza a realizar la dosificación del alimento desde la primera jaula, hasta la última en cada uno de los comederos como se observa en la figura 37. El vaquero debe tener mucha precaución de no arrojar el balanceado hacia el piso.



**Figura 3-38.** Transporte del alimento hacia la jaula 1.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

- El balanceado es colocado dentro de los comederos de todas las jaulas con mucha precaución de no desperdiciarlo al igual que al momento de transportarlo, como se muestra en la Figura 38.



**Figura 3-39.** Dosificación del alimento en la jaula 1.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Para llenar cada uno de los comederos que se encuentran en las cuatro jaulas de ordeño se debe realizar dos dosificaciones, es decir dos vaciados del recipiente.

- Este proceso de dosificación se lo realiza cada vez que el alimento se termina en cada uno de los comederos de los animales bovinos de cada jaula.



**Figura 3-40.** Dosificación del alimento agotado.

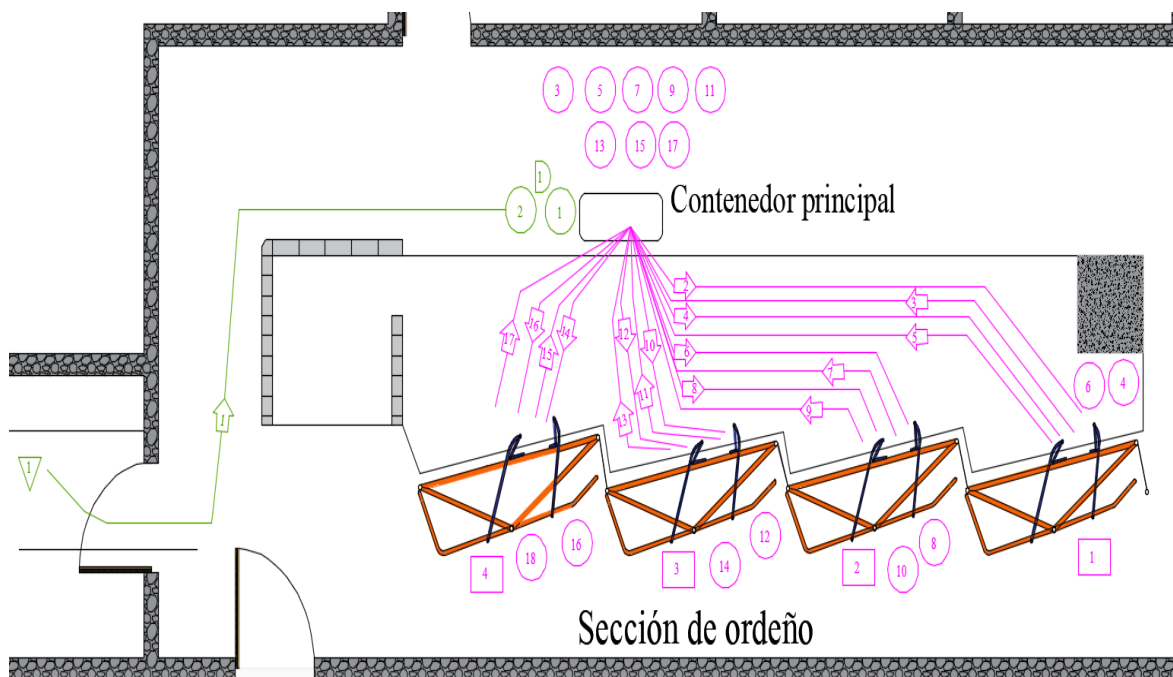
**Fuente:** Lascano C., Costales P.

### 3.3. Diagrama de recorrido actual de transporte y dosificación del alimento.

El diagrama de recorrido de las actividades de transporte y dosificación se ilustra en el Anexo A. Diagrama de recorrido actual de transporte y dosificación del alimento.

Para realizar este diagrama de recorrido se toma de base la descripción de las actividades antes mencionadas y además hay que fijarse que las actividades se llevan a cabo únicamente en las secciones de ordeño al ganado bovino, bodega de almacenamiento del alimento y equipos.






En la Figura 10. Se muestra el recorrido de las actividades de transporte y dosificación del alimento en las jaulas de ordeño de la Planta de Extracción de leche al ganado bovino.



**Figura 3-41.** Diagrama de recorrido de una sola dosificación por jaula.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

En la Figura 11. Se ilustra la definición de los símbolos utilizados para la elaboración del diagrama de recorrido.

Símbolo	Nombre
	Operación
	Transporte
	Inspección
	Almacenamiento
	Demora

**Figura 3-42.** Simbología utilizada para el diagrama de recorrido.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Hay que recalcar que se deben depositar dos recipientes llenos de alimento en cada una de los comederos de las jaulas para que estos queden completamente llenos.

El presente diagrama de recorrido nos sirve de ayuda para poder desarrollar el diagrama de proceso del transporte y dosificación del alimento en cada una de las jaulas de ordeño.

### **3.4. Diagrama de proceso de las operaciones de transporte y dosificación del alimento.**

El diagrama de proceso actual de transporte y dosificación del alimento se realiza basándose como antes mencionamos en el diagrama de recorrido, ya que ahí se representa con mucha más claridad cada una de las actividades que se realizan al momento de ejecutar las actividades.







El diagrama de procesos de transporte y dosificación se ilustra en la Figura 43.

MÉTODO ACTUAL:			DIAGRAMA DE PROCESO		
MÉTODO PROPUESTO:			Fecha:		
SUJETO DEL DIAGRAMA:			Diagrama: DE PROCESO		
			Hecho por: Lascano C, Costales P.		
			Hoja ° : 01		
Departamento:					
Distancia en (m)	Tiempo en (min)	Nº	Simbolos del diagrama	Descripción del proceso	
		1	○ → □ D ▽	Alimento almacenado en la bodega de alimento y equipos.	
10.15	0.35	1	○ → □ D ▽	Transportar el alimento desde la bodega de alimento y equipos hacia el contenedor principal.	
	0.33	1	● → □ D ▽	Abrir el quintal del alimento y vaciarlo dentro del contenedor principal.	
	0.17	2	● → □ D ▽	Tapar el alimento vaciado en el contenedor principal.	
	0.5	1	○ → □ D ▽	Esperar que el vaquero designado prepare los recipientes para comenzar la dosificación.	
	0.17	3	● → □ D ▽	Llenar el recipiente de alimento	
6.1	0.12	2	○ → □ D ▽	Transportar el alimento desde el contenedor principal hacia la jaula 1	
	0.08	4	● → □ D ▽	Vaciar el alimento en la tolva de recepción de la jaula 1	
6.1	0.12	3	○ → □ D ▽	Transportar el recipiente vacío desde la jaula 1 hasta el contenedor principal	
	0.17	5	● → □ D ▽	Llenar el recipiente de alimento	
6.1	0.12	4	○ → □ D ▽	Transportar el alimento desde el contenedor principal hacia la jaula 1	
	0.08	6	● → □ D ▽	Vaciar el alimento en la tolva de recepción de la jaula 1	
6.1	0.12	5	○ → □ D ▽	Transportar el recipiente vacío desde la jaula 1 hasta el contenedor principal	
	0.17	7	● → □ D ▽	Llenar el recipiente de alimento	
4.5	0.1	6	○ → □ D ▽	Transportar el alimento desde el contenedor principal hacia la jaula 2	
	0.08	8	● → □ D ▽	Vaciar el alimento en la tolva de recepción de la jaula 2	
4.5	0.1	7	○ → □ D ▽	Transportar el recipiente vacío desde la jaula 2 hasta el contenedor principal	
	0.17	9	● → □ D ▽	Llenar el recipiente de alimento	
4.5	0.1	8	○ → □ D ▽	Transportar el alimento desde el contenedor principal hacia la jaula 2	
	0.08	10	● → □ D ▽	Vaciar el alimento en la tolva de recepción de la jaula 2	
4.5	0.1	9	○ → □ D ▽	Transportar el recipiente vacío desde la jaula 2 hasta el contenedor principal	
	0.17	11	● → □ D ▽	Llenar el recipiente de alimento	
2.7	0.05	10	○ → □ D ▽	Transportar el alimento desde el contenedor principal hacia la jaula 3	
	0.08	12	● → □ D ▽	Vaciar el alimento en la tolva de recepción de la jaula 3	
2.7	0.05	11	○ → □ D ▽	Transportar el recipiente vacío desde la jaula 3 hasta el contenedor principal	
	0.17	13	● → □ D ▽	Llenar el recipiente de alimento	
2.7	0.05	12	○ → □ D ▽	Transportar el alimento desde el contenedor principal hacia la jaula 3	
	0.08	14	● → □ D ▽	Vaciar el alimento en la tolva de recepción de la jaula 3	
2.7	0.05	13	○ → □ D ▽	Transportar el recipiente vacío desde la jaula 3 hasta el contenedor principal	
	0.17	15	● → □ D ▽	Llenar el recipiente de alimento	
2.1	0.03	14	○ → □ D ▽	Transportar el alimento desde el contenedor principal hacia la jaula 4	
	0.08	16	● → □ D ▽	Vaciar el alimento en la tolva de recepción de la jaula 4	
2.1	0.03	15	○ → □ D ▽	Transportar el recipiente vacío desde la jaula 4 hasta el contenedor principal	
	0.17	17	● → □ D ▽	Llenar el recipiente de alimento	
2.1	0.03	16	○ → □ D ▽	Transportar el alimento desde el contenedor principal hacia la jaula 4	
	0.08	18	● → □ D ▽	Vaciar el alimento en la tolva de recepción de la jaula 4	
2.1	0.03	17	○ → □ D ▽	Transportar el recipiente vacío desde la jaula 4 hasta el contenedor principal	
	0.03	1	○ → □ D ▽	Inspeccionar el alimento en la jaula 1	
	0.03	2	○ → □ D ▽	Inspeccionar el alimento en la jaula 2	
	0.03	3	○ → □ D ▽	Inspeccionar el alimento en la jaula 3	
	0.03	4	○ → □ D ▽	Inspeccionar el alimento en la jaula 4	
71.75	4.67		18 17 4 1 1		

**Figura 3-43.** Diagrama de proceso del transporte y dosificación manual del alimento.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

A continuación, se presenta el cuadro de resumen de las actividades realizadas en el transporte y dosificación del alimento en la figura 12.







RESUMEN		
OPERACIÓN		18
TRANSPORTE		17
INSPECCIÓN		4
DEMORAS		1
ALMACENAJE		1
ACTIVIDAD COMBINADA		0
<b>TOTAL</b>		<b>41</b>
DISTANCIA RECORRIDA EN (m)		71.75
TIEMPO EN (MIN)		4.67

**Figura 3-44.** Cuadro de resumen del diagrama de proceso.

Fuente: Lascano C., Costales P.

El diagrama de procesos anterior está detallado para una sola dosificación del alimento, es decir para una sola vaca por jaula, por esa razón debemos multiplicar todos los valores totales de distancia y tiempo del cuadro de resumen por 8 para obtener el dato total en el ordeño de los 32 animales vacunos aproximadamente que se encuentran en la planta de extracción de leche.

Entonces tenemos los siguientes resultados finales en la dosificación del alimento a todos los animales vacunos como se muestra en la Figura 14.

RESUMEN		
OPERACIÓN		144
TRANSPORTE		136
INSPECCIÓN		32
DEMORAS		8
ALMACENAJE		8
ACTIVIDAD COMBINADA		0
<b>TOTAL</b>		<b>328</b>
DISTANCIA RECORRIDA EN (m)		574
TIEMPO EN (MIN)		37.36

**Figura 3-45.** Cuadro de resumen final.

Fuente: Lascano C., Costales P.

### 3.5. Cantidad de alimento dosificado de forma empírica.

La cantidad de alimento dosificado al ganado bovino no tiene una medida exacta, es decir solamente se deposita en los comederos la cantidad que contiene el recipiente destinado para la dosificación.

Por tal razón se realizó el estudio de la cantidad de alimento dosificado de forma empírica para tener una referencia de porcentaje de alimento que ingieren en la actualidad los animales bovinos.

Para se tomó medidas en forma aleatoria de la cantidad de alimento dosificado durante cuatro semanas seguidas, llegando al promedio que se requería obtener como resultado de la cantidad de alimento dosificado.

En la Figura 15. Se muestra el registro de alimentación en la primera semana del 4 al 10 de septiembre.

REGISTRO DE ALIMENTACIÓN INDIVIDUAL EN KG																
SEMANA DEL 04 AL 10 DE SEPTIEMBRE DEL AÑO 2017																
#	ARETE	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO		PROMEDIO (KG)
		M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	
1	565	3.2	2.9	2.8	3.4	1.8	2.4	4.1	2.7	2	1.8	1.9	2.4	4.7	2.1	2.7
2	520	4.7	4.6	2.6	4.8	3.2	2	1.9	4.7	2.6	1.8	4.5	2	4.6	3.1	3.4
3	583	2.5	3.1	3	2.4	4.1	2.4	4.3	4.2	4.7	2.3	2.5	4.4	2.7	4.8	3.4
4	533	1.8	2.1	2	2.2	2.1	3.1	2.7	4.6	1.9	3.8	2.3	4.1	1.8	3.9	2.7
5	503	2.8	3.7	3.6	2.9	3.4	4.2	4	2.1	4.3	3.7	3.4	3	3.4	3.9	3.5
6	546	2.3	2.8	3.4	2.2	2	2.9	4.6	4.7	3.2	2.4	4.2	3.3	4.6	2.7	3.2
7	479	4.8	4.3	2	3.6	2.2	3.8	2.8	3.8	3.7	3.6	3.3	4.6	4.8	4.1	3.7
8	450	3.6	4.5	3.5	2.3	2.5	4.5	4	2.9	3.1	2.5	3.5	2.2	2.5	3.5	3.2
9	438	3.2	2.4	2.1	4.7	4.3	3.4	2	4.2	2.8	1.8	3.7	2.3	3.8	4.3	3.2
10	575	3.9	3.1	1.9	4.5	4.8	2.7	4	3.5	2.8	2.6	2.6	2.4	2.8	4.3	3.3
11	563	2.3	4.2	2.6	2.8	4.5	3.3	4.1	2.6	3.3	4	4.2	2	2.2	1.9	3.1
12	559	2.8	2.2	2.8	4.8	4.3	4.8	4.6	3.1	2.5	4.8	2.8	3.5	2.9	3.6	3.5
13	544	2.4	4	3.8	3.6	3.3	4.3	4.3	3.8	2.1	4.4	3.7	1.8	2.2	4.2	3.4
14	561	3.1	2.9	2.9	3	2.8	4.3	3.6	2.8	4.4	3.8	4.1	3.1	2.3	3	3.3
15	558	4.7	4.2	3.3	2.9	2.7	3.4	4.3	1.8	3.1	3.1	4.8	3.2	3.1	3.3	3.4
16	573	3.4	3.2	3.2	3.8	2.2	3.5	4.2	4.2	3.2	4.1	2.1	2.4	3.3	3.1	3.3
17	587	1.8	2	2.2	2.8	4.7	2.5	4.5	4	2.1	2.7	2.4	4.7	3.2	3.3	3.1
18	574	2.8	1.9	2	2.6	2.6	2.9	4.2	4.4	4.8	4.8	4.7	4.3	3.5	2.7	3.4
19	443	2.4	2.4	4.1	3.7	3.5	1.9	4.8	2.2	2.3	4	2	3.6	4.1	4.2	3.2
20	529	3.8	3	3.3	4	4.5	2.4	4.6	3.9	3.3	2.3	3.3	2.6	3.5	3.7	3.4
21	572	4.2	4.5	4.2	2.2	3	4.6	2.2	1.9	2.1	4	1.9	2.8	1.8	4.4	3.1
22	521	3.1	3.7	2.9	3.3	4.1	2.4	2.2	2.7	1.8	2.1	3.2	2.9	3.9	1.8	2.9
23	594	2.6	1.8	1.9	4	2.1	2.3	3.2	2.1	3.4	4.4	1.8	4	3.9	4.7	3.0
24	474	3.4	3.3	4.8	4	3.7	4.6	3.8	4.5	1.9	3.5	4.4	2.5	4.5	4.7	3.8
25	517	1.8	3	2.8	1.9	4.1	4.1	4.5	3.8	3.5	3.1	4.1	4	3.4	3.4	3.4
26	488	3.7	2.9	3.2	2.8	2.8	4.6	3.1	2.2	3.1	4.7	4.1	2	4.2	3.1	3.3
27	440	2.2	4.6	3.4	2.1	2.5	3.1	3.9	3.6	2.4	1.9	4.5	4	3.9	4.7	3.3
28	585	2.6	2.5	3.3	3.7	2.5	2.7	4	4.2	3.1	3.9	2.6	3	3.7	2.6	3.2
29	524	2.9	3.2	1.9	3.4	2.1	2.9	4.6	3.6	2.5	1.9	3	3	3.1	3.7	3.0
30	582	2.4	1.8	3.9	3.2	3.1	4.7	3.3	2.9	4.3	2.1	1.8	2.3	4.1	3.2	3.1
31	484	1.9	3	3.8	4.2	3.5	2.9	2.1	2	2.7	3.7	4.7	2.7	1.8	2.1	2.9
32	591	3.9	4.7	3.8	2.4	3.3	4.1	3.4	2.7	2.4	3.1	2.2	2.9	3.9	4.8	3.4

**Figura 3-46.** Registro de alimentación en la semana del 04 al 10 de septiembre.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

En la Figura 16. Se muestra el registro de alimentación en la segunda semana del 11 al 17 de septiembre de la siguiente forma:



REGISTRO DE ALIMENTACIÓN INDIVIDUAL EN KG																
SEMANA DEL 11 AL 17 DE SEPTIEMBRE DEL AÑO 2017																
#	ARETE	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO		PROMEDIO (KG)
		M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	
1	565	4	3.6	3	2.8	2.4	2	2	4.5	2.7	2.1	2	3.1	3.5	2.1	2.8
2	520	2.6	3.3	1.9	2.8	4.3	4.2	2.9	4.7	2.3	4.4	4.3	2.1	3.2	1.9	3.2
3	583	3.1	1.8	2.9	4	2.5	2.8	3.2	3.1	3.7	3.2	2.6	3.5	2.2	3.2	3.0
4	533	2.5	2.5	3.2	3	2	3.9	1.9	3.7	4.5	2.2	3.1	3	4.5	4	3.1
5	503	4.2	3.4	3.5	3.7	3.7	4.3	3.5	4	2	3.6	3.6	2.1	3.3	4.3	3.5
6	546	2.7	2.1	2.6	4.6	3.9	4.1	3.3	4.3	2.7	2	1.8	2	4.6	3.6	3.2
7	479	1.9	3.3	2.6	4.5	3.8	2	2.2	1.9	4	4.5	4.8	3.2	4.5	3.3	3.3
8	450	4.7	3.8	2.3	3.2	2.8	2	3.2	3.6	2.7	4.8	3.7	3.2	3	2	3.2
9	438	3.1	4.1	2.9	3.7	3.9	2	2.6	3.7	3	4.5	2.9	1.8	2.5	3.4	3.2
10	575	2.4	2.6	2.6	3.7	4.3	4.5	2.7	1.9	4.7	3.7	3.6	2.5	2.1	4	3.2
11	563	2.8	2.4	4.8	4.8	3.1	2.3	4.8	2.6	4.1	2.8	1.9	2	4.4	2.5	3.2
12	559	4.3	3.2	1.8	2.5	3.1	3.7	4.3	1.8	1.8	3.5	2	3.9	2.4	4.3	3.0
13	544	2.2	3.3	4.3	3	3.1	4.6	3.3	2.4	3.6	3.7	3	4.4	2.1	3.8	3.3
14	561	3.3	3.2	2.7	3.4	3	2.6	3.3	4	4.4	2.9	2.8	4.2	2.7	2	3.2
15	558	4.1	2.1	3.9	4.3	4.6	3.8	2.6	2.4	4.5	3.6	3.4	1.8	4.4	2	3.4
16	573	4.8	4.4	4.7	3.9	2.4	2.2	3.3	4	2.1	2.5	4.2	2.7	4.8	3	3.5
17	587	3.1	3.1	2.5	2.3	2.6	4	1.8	4	3.1	2.5	3.7	3.5	4.6	4.2	3.2
18	574	2	2.7	4.8	3.2	3.8	3.9	4	4.4	3.5	2.3	1.9	4.2	2.7	4.5	3.4
19	443	3	3.4	3.1	3	3.8	2.2	2.9	3.1	4	3.3	1.9	4.1	4	3.1	3.2
20	529	2.9	4.1	3.4	2.1	2.4	2.4	1.9	4.3	4	3.3	4.8	3.9	2.2	3.1	3.2
21	572	2.2	4.4	3.5	2.7	4.4	4.1	3	4.7	4.5	3.3	3.7	2	2	2.3	3.3
22	521	1.8	2.1	4	4.3	4.1	4.1	2.5	2.3	4.3	4	4.1	3.1	4.8	2.1	3.4
23	594	2.6	4.6	4.1	4.5	4.2	4.1	3.1	2.8	2.2	1.9	1.9	3.9	4.2	4	3.4
24	474	3.9	4.1	2.8	4.3	4.5	3.1	1.9	2.8	3.6	4.3	2.8	1.9	3.8	3.3	3.4
25	517	2.8	3.9	2	2.3	2.9	3.4	3.4	2	2.4	3.5	3.6	4.2	2.1	4.7	3.1
26	488	2.3	3.3	3.2	2.4	4.8	4.1	3.4	3.2	4.3	3.1	2.6	4.5	2.7	3.9	3.4
27	440	3	2.1	2.5	4.8	2.8	4.3	2.6	4.7	4	3.6	4.4	4.4	2.5	3.9	3.5
28	585	4.1	4.3	3.5	3.5	4.6	4.1	3.8	3	2	4.5	2.8	3.2	3.7	4.1	3.7
29	524	2.9	3.6	2.8	3.3	3.8	4.3	3.9	3.1	2.1	2.3	2	2.3	4.2	3.4	3.1
30	582	3.5	2.2	2.2	2.3	1.8	2.3	3.9	3.4	3.3	3.3	2.4	3.3	4.3	2.3	2.9
31	484	4.4	3.5	2.1	2.4	4.4	4	2.5	2.9	3.8	4.8	2.6	4.3	2.2	4.4	3.5
32	591	2.6	3.2	3.2	4.1	4.6	2.1	4.1	4.4	2.6	1.8	4.6	3.8	3.1	2.1	3.3

**Figura 3-47.** Registro de alimentación en la semana del 11 al 17 de septiembre.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Como se puede observar los promedios de alimentación individual de la primera semana como de la segunda no coinciden, por que como antes ya mencionamos no existe una medida exacta para la dosificación del alimento.

En la Figura 17. Se muestra el registro de alimentación en la tercera semana del 18 al 24 de septiembre de la siguiente forma:

REGISTRO DE ALIMENTACIÓN INDIVIDUAL EN KG																
SEMANA DEL 18 AL 24 DE SEPTIEMBRE DEL AÑO 2017																
#	ARETE	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO		PROMEDIO (KG)
		M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	
1	565	2.9	3.8	3.8	4.3	2.1	4.8	4.2	2.5	4.6	4.2	2.9	2.8	4.6	4.4	3.7
2	520	4.2	2.5	3.6	4.5	3.9	2.9	1.8	2.3	4.2	3.5	2.9	3.5	2	2.1	3.1
3	583	2.6	3.9	1.9	3.4	3.4	2.3	2.3	4.3	2.5	3.4	2	4.8	3	4.5	3.2
4	533	3.3	1.8	1.9	2.8	4.6	2.5	3.6	3.1	2.4	3.3	4.5	2.8	3.7	2.5	3.1
5	503	4.1	4.1	2.2	3.9	4.6	3.7	3.8	2.9	3.8	4.6	3	3.5	4.8	1.8	3.6
6	546	3.2	3	2.2	3.8	3.7	3	3.9	2.4	2.2	2.1	2.8	4.2	3.1	2.4	3.0
7	479	3.6	2.7	4	4.6	3.9	1.9	2.5	3.5	4	4.1	2.7	4.1	1.9	2.6	3.3
8	450	4.4	2.5	3.6	3	2.3	3.4	3.8	1.8	4.7	2.5	3.9	4	3.7	3.6	3.4
9	438	2.2	4.5	2.9	2.3	1.8	4.5	4.2	4.6	3.1	2.9	2.5	3.2	1.9	4.6	3.2
10	575	2.4	2.2	3.8	4.8	2.3	3.9	3.8	3.2	3.3	4.4	2	3.6	2	4.2	3.3
11	563	3	3	3.2	4.4	2.2	3.6	3	2.4	1.9	4.8	4.8	3.9	2.6	1.8	3.2
12	559	4.5	1.9	4	3.7	2	4.1	1.9	4.7	4.5	4.6	4.4	2.2	3.8	2.9	3.5
13	544	2.3	4.2	2.2	3.9	4.2	4.7	3.3	4.3	4.1	2.2	2.1	3.4	4	3.2	3.4
14	561	2.1	4.2	2.1	4	2	4.8	3	1.9	3.3	3.3	2	3.7	3.1	4.6	3.2
15	558	2	2.3	3.7	1.8	3.9	3	4.6	4.7	2.1	2.8	1.8	2.4	4.5	2	3.0
16	573	4.4	4.2	3	2.3	4.3	1.9	2.1	2.2	2.2	3.7	4.5	4	4.8	3.8	3.4
17	587	4	1.8	3.6	2.4	2.7	3	2.1	3.3	2.2	3	3.1	2.2	2.2	2.3	2.7
18	574	4.3	4.3	4.1	4.4	3.7	3	2.3	4	2.9	4.2	4.6	3.3	2.2	3.9	3.7
19	443	2.3	4.4	3.5	3.6	3.9	2.6	2	2.2	3.1	3.4	3.5	2.4	4	4.5	3.2
20	529	2.9	3.7	2	4.3	2.4	2.1	2.3	2.6	2.9	3.2	3.2	2.6	3.3	4.5	3.0
21	572	4.2	2	4.4	4.6	3.9	3.7	2	3	4.2	3.3	2.3	3.2	2.5	2.9	3.3
22	521	2.4	2.2	4.1	4.6	3.4	2	3.5	3.1	2.5	3.6	4.1	3.1	2.3	3.2	3.2
23	594	4.8	4.6	2.5	3.7	2.2	4.4	4.3	4.2	4.4	4.5	4.3	4.6	4.2	3.5	4.0
24	474	4.2	3.6	4.3	4.2	3.2	3.1	3.9	2.8	3.4	3	1.9	2.4	3.2	4.5	3.4
25	517	4.5	3.1	2	2.6	3.8	3.1	3.4	4.3	3.7	2.1	4.8	3	4.8	2	3.4
26	488	3.6	2.9	3.7	4.1	3.9	4.7	3.2	3	3.2	3	2.2	4.1	2.5	3.8	3.4
27	440	3.5	2.3	3.3	3.8	3.9	4.4	1.8	3.7	4	1.8	2.2	4.1	4.6	2.6	3.3
28	585	4.4	4.5	3	4.1	2.5	4.2	4.4	3.9	4	3.8	4.4	4.8	3.5	3.3	3.9
29	524	4.2	3.5	1.8	3.7	1.9	4	2.2	4	3.2	3.5	4.1	2.3	4.1	4.2	3.3
30	582	3.1	4.8	4.8	2.9	2.5	4	3.2	3.3	2.4	4	3.3	1.9	4.8	2.2	3.4
31	484	3.2	2.6	3	3.5	3.9	2.5	4.3	4.5	3.3	4.8	2.2	1.8	3	2.4	3.2
32	591	2.5	4.4	2.3	2.2	3.1	4.6	1.8	4.3	4	2	4.3	3.5	2.7	2.6	3.2

**Figura 3-48.** Registro de alimentación en la semana del 18 al 24 de septiembre.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

En este caso algunos promedios de alimentación individual en la tercera semana pueden coincidir con los resultados de los promedios en la primera y segunda semana, ya que los vaqueros no toman en cuenta al número de bovino que se está dosificando el alimento, sino más bien solo toman en cuenta que le recipiente este completamente lleno en algunos casos y en otros solamente que el animal permanezca quieto con una cierta cantidad de alimento mientras se procede a realizar el ordeño.

En la Figura 18. Se muestra el registro de alimentación en la cuarta semana del 25 de septiembre al 01 de octubre de la siguiente forma:

REGISTRO DE ALIMENTACIÓN INDIVIDUAL EN KG																
SEMANA DEL 25 DE SEPTIEMBRE AL 01 DE OCTUBRE DEL AÑO 2017																
#	ARETE	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO		PROMEDIO (KG)
		M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	
1	565	3.2	4.3	4.1	3.2	2.2	3.6	3.5	3.7	1.9	2.8	3.2	2.8	4.8	4.8	3.4
2	520	4.1	3.9	2.8	3.8	2	2	3.6	4.6	2.8	1.9	4.2	3.9	2.2	2.9	3.2
3	583	1.9	2.1	3.6	4.2	3.1	3.5	3.3	3.6	3.1	2.4	4.1	4.6	3.8	3.5	3.3
4	533	2.2	2.1	4.8	2.3	3.5	4.6	1.9	3.7	4.7	2.4	3.6	2.1	3.4	4.5	3.3
5	503	1.8	4.1	2.1	4.7	1.9	4.6	1.9	3.2	1.8	4.4	3	3	3.2	4.3	3.1
6	546	3.1	3.8	2.7	4.3	4.6	4.5	2.6	1.8	2.6	3.8	1.9	3.4	3.5	2.3	3.2
7	479	4.4	4.7	4.4	2.4	2.6	4.2	4.3	4.1	2.9	4.1	3.8	1.8	3.3	3.8	3.6
8	450	2.8	4.7	2	2.9	4.8	1.8	2	1.9	3.7	1.9	4	4.1	4.2	1.8	3.0
9	438	2.1	3.6	2.6	3.9	3.8	3.7	3.2	2.5	4.2	2.4	2.9	3.2	2.5	2.6	3.1
10	575	3.8	4.7	3.6	4	1.9	3.3	4.7	4.8	3	4.5	3.3	4.6	3.2	2.8	3.7
11	563	2.9	4.1	2	4.1	3.8	4.4	3.7	4.8	4.5	2.9	4.5	4.8	3.9	1.8	3.7
12	559	4.5	3.3	3.7	2.6	1.9	3.5	3.9	2.8	3.3	2	2.9	2.2	2.4	2.3	3.0
13	544	1.8	3.2	2.5	2.8	4.2	4.5	2.2	2.7	3.8	4.7	2.4	3.1	3.9	4.8	3.3
14	561	4.5	2.6	2.6	4.7	2.6	4.8	2.1	3.3	2.6	2.5	4.5	2.2	1.8	2.1	3.1
15	558	1.9	2.2	2.3	2.1	4.5	3.8	2.7	3.2	2.1	3.6	3.4	3.7	4.5	3.2	3.1
16	573	1.8	4.6	4.6	2.2	2.8	3.1	3.4	4.8	4.2	3.4	2.1	4.6	4.1	3.3	3.5
17	587	3.8	2.9	3.2	2.4	2.2	4.1	3.7	4.8	4.8	4.6	2.2	3.1	3.1	4	3.5
18	574	3.2	2	3	1.8	4.2	2	2.3	2.3	3.4	2.7	3.4	3.9	3.2	3.1	2.9
19	443	3.9	1.9	4.6	3.6	2.9	4.4	4.5	3.6	1.8	2.3	4.6	2.9	4.7	3.6	3.5
20	529	3.2	4.8	4.2	3.4	4.5	3.4	4.1	3.8	3.6	3.9	2.3	4.5	4	3.6	3.8
21	572	3.8	1.8	2.3	1.8	3.9	3.5	3.3	2.4	3.2	4.4	3.1	4.7	2.3	3.1	3.1
22	521	4.8	3.9	2.1	4.5	3.6	2.4	4.5	4.6	3.1	3	3.2	2.1	2.9	3.3	3.4
23	594	1.8	4.3	4.1	2.1	4.7	3.7	3.1	4.8	3.7	4.2	3.8	3.3	4.4	3.6	3.7
24	474	4.8	3.1	4.6	3.2	3	3.6	3.7	3.9	2.6	4.4	4.1	4.5	2.8	3.6	3.7
25	517	2.1	3.5	4	4.6	4.6	2.7	4.5	3.7	4	3.9	3	2	2.7	4.4	3.6
26	488	3.3	3.4	3.2	4.2	1.8	3.6	2	3	4.5	3.6	2.4	3.9	3.9	4.7	3.4
27	440	4.6	2.5	3.3	2.9	3.3	2.5	3.1	3.3	3.5	2.7	2.3	2.8	4.2	2.7	3.1
28	585	2.8	3	3.8	1.8	2.7	1.8	3.7	3.7	3.6	2.2	3.9	4.5	3.2	3.3	3.1
29	524	2.4	4.6	2.3	4.3	2.6	2.3	4.2	3	4.6	1.8	3.8	2.1	3.9	3.7	3.3
30	582	2.6	2.5	3	4.6	2.5	4.2	4.7	4.8	2.3	3.5	3.3	3	3.1	3.7	3.4
31	484	2.1	2.3	3.1	4.1	2.4	4.1	2.9	4.6	4.8	4.3	3.6	3.4	2.8	2	3.3
32	591	3.4	2.3	4.2	3.4	4.4	2.9	2.2	1.9	2.3	3	2.7	3.2	3.1	4.4	3.1

**Figura 3-49.** Registro de alimentación en la semana del 24 de septiembre al 01 de octubre.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

De esta forma se concluye la toma de muestras durante cuatro semanas equivalente a un mes de alimentación empírica a los animales bovinos mientras se realiza el proceso de ordeño en las jaulas de la Planta de Extracción de leche.

Con estos resultados procedemos a obtener un promedio general de la cantidad de alimento que ha venido siendo dosificado por parte de los vaqueros encargados de la alimentación al ganado bovino.

Se suman los promedios semanales y se divide para el número de animales bovinos alimentados, de tal forma que se obtiene la cantidad de alimento dosificado como muestra la Figura 50.

#	PROMEDIO DE LA SEMANA 1	PROMEDIO DE LA SEMANA 2	PROMEDIO DE LA SEMANA 3	PROMEDIO DE LA SEMANA 4	PROMEDIO TOTAL EN KG
1	2.7	2.8	3.7	3.4	3.2
2	3.4	3.2	3.1	3.2	3.2
3	3.4	3.0	3.2	3.3	3.2
4	2.7	3.1	3.1	3.3	3.1
5	3.5	3.5	3.6	3.1	3.4
6	3.2	3.2	3.0	3.2	3.2
7	3.7	3.3	3.3	3.6	3.5
8	3.2	3.2	3.4	3.0	3.2
9	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2
10	3.3	3.2	3.3	3.7	3.4
11	3.1	3.2	3.2	3.7	3.3
12	3.5	3.0	3.5	3.0	3.3
13	3.4	3.3	3.4	3.3	3.4
14	3.3	3.2	3.2	3.1	3.2
15	3.4	3.4	3.0	3.1	3.2
16	3.3	3.5	3.4	3.5	3.4
17	3.1	3.2	2.7	3.5	3.1
18	3.4	3.4	3.7	2.9	3.4
19	3.2	3.2	3.2	3.5	3.3
20	3.4	3.2	3.0	3.8	3.4
21	3.1	3.3	3.3	3.1	3.2
22	2.9	3.4	3.2	3.4	3.2
23	3.0	3.4	4.0	3.7	3.5
24	3.8	3.4	3.4	3.7	3.6
25	3.4	3.1	3.4	3.6	3.4
26	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4
27	3.3	3.5	3.3	3.1	3.3
28	3.2	3.7	3.9	3.1	3.5
29	3.0	3.1	3.3	3.3	3.2
30	3.1	2.9	3.4	3.4	3.2
31	2.9	3.5	3.2	3.3	3.2
32	3.4	3.3	3.2	3.1	3.2
ALIMENTACIÓN					3.3

**Figura 3-50.** Promedio total de alimento dosificado a los animales bovinos.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

El resultado que se obtiene después de realizar el análisis de las muestras es que a cada animal bovino se les dosifica una cantidad de 3.3 Kg promedio mientras se realiza el proceso de extracción de leche.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.**

#### **4.1. Parámetros de diseño.**

Los parámetros de diseños que han sido considerados para nuestro diseño son los siguientes:

- La situación actual de la planta.
- Cantidad de alimento hacer dosificado.
- Tiempo de llenado de las tolvas de alimentación.

#### **4.2. Variables de diseño.**

Para nuestro diseño hemos considerado las siguientes variables:

- La capacidad de transporte de la banda.
- El caudal volumétrico de la banda.

#### **4.3. Diseño del equipo.**

##### ***4.3.1. Selección de la cinta transportadora.***

Para la selección de la cinta transportadora que será utilizada para llevar el balaceado a través de nuestro transportador hacia cada una de las jaulas de ordeño, tomaremos en cuenta las características del material en el cual fue construida la cinta con la intención de que no afecte la constitución del alimento, sus características y composición.

La cinta que fue utilizada en nuestro transportador es de la Empresa “+Kepak” originaria de España ciudad de Barcelona, que tiene a nivel mundial distintos puntos de venta como en Colombia de donde fue adquirido nuestro producto con las características que se describen a continuación:

Fabricante: +Kepak – España.

Tipo de banda: Cinta para transporte de cargas pesadas.

Descripción de la cinta:

- Cinta para el transporte de carga pesada y elevadas, ideal para la evacuación de sistemas de alimentación y la unión entre máquinas.
- Posibilidad de fabricar la cinta con inclinación o inflexión, añadiendo pretolva de carga y tolva de descarga.
- Cinta transportadora fabricada en algodón, caucho y lona para evitar cambios en la composición del material a transportar.

**Tabla 4-4.** Características de la cinta transportadora.

Longitud entre centros de tambores:	1.000 a 2.000 mm
Ancho de banda (A)	60 a 800 mm
Diámetro de tambor motriz	150 mm
Diámetro de tambor tensor	150 mm
Motorización:	Extrema (en posición vertical u horizontal)
Velocidad:	2,5 a 120 m/min
Bastidor:	Hierro/Inox
Guías laterales:	Fijas o regulables
Capacidad de carga máxima:	500 kg
Pies:	Regulables a $\pm 50$ mm

Realizado por: Catálogos MasKepak, España.

Dentro de las características de la cinta transportadora en la Tabla 4. para carga pesada, los diámetros de los tambores y medidas de bastidor son tentativas para la implementación de un transportador de cargas, utilizando la cinta descrita.

Los datos de la cinta transportadora antes mencionados han sido los más relevantes para nuestro proyecto, para más información revisar el Anexo B. Catálogo de selección de cintas transportadora MasKepak.

#### **4.3.2. Capacidad de la banda.**

Para comenzar el diseño del equipo lo primero que debemos hallar es la capacidad volumétrica de la banda que viene dada en  $m^3/h$ , y la podemos calcular con la siguiente expresión:

**Ecuación 4-1.** Fórmula para el cálculo de la capacidad de la banda.

$$Q_v = 3600 \times V \times A \times K$$

Donde:

$Q_v$  = capacidad volumétrica de la banda;  $\left(\frac{m^3}{h}\right)$

$V$  = velocidad de la banda;  $\left(\frac{m}{s}\right)$

$A$  = área sección transversal del material;  $(m^2)$

$K$  = coeficiente de reducción de la capacidad por inclinación;

Para K:

El factor K depende del ángulo de inclinación de la banda.

**Ecuación 4-2.** Fórmula para el cálculo del factor K.

$$K = 1 - 1.64 \left( \frac{\varphi \times \pi}{180^\circ} \right)$$

$\varphi$  = ángulo de inclinación de la banda;  $0^\circ$

Resolución:

$$K = 1 - 1.64 \left( \frac{\varphi \times \pi}{180^\circ} \right)$$

$$K = 1 - 1.64 \left( \frac{0^\circ \times \pi}{180^\circ} \right)$$

$$K = 1$$

El dato de velocidad en la fórmula se toma con el tiempo en llegar un cangilón desde el inicio de la banda hasta el final de la misma, es decir recorrer 9 m en 50 seg obteniendo así la velocidad de 0.18 m/s, y el área de la sección transversal es la superficie que ocupa el balanceado al ser transportado sin que se derrame.

$$Qv = 3600 \times V \times A \times K$$

$$Qv = 3600 \times 0.18 \frac{m}{s} \times 0.009 m^2 \times 1$$

$$Qv = 5.82 \frac{m^3}{h}$$

La capacidad volumétrica de la banda es de 5.82 m<sup>3</sup>/h es decir que en una hora nuestra banda podrá llenarse completamente con 5.83 m<sup>3</sup> de balanceado sin derramarse.

#### 4.3.3. Capacidad de transporte de la banda.

Para determinar la capacidad de transporte de la banda utilizamos la capacidad de la banda calculado anteriormente:

**Ecuación 4-3.** Fórmula para el cálculo de la capacidad de transporte.

$$Qm = Qv \times \gamma$$

Donde:

Qm = capacidad de transporte de la banda;  $\frac{Tm}{h}$

Qv = capacidad volumetrica de la banda;  $\frac{m^3}{h}$

$\gamma$  = peso específico de material transportado;  $\frac{Tm}{m^3}$

**Tabla 4-5.** Pesos específicos de los materiales más comunes.

MATERIAL	ESTADO	$\gamma \left( \frac{Tm}{m^3} \right)$
Ácido fosfórico	granulado	1,00
Alúmina	granulado	0,75
Arena de fundición	granulado	1,35
Arena de fundición	trozos	1,50
Arena húmeda	granulado	1,95
Arena seca	granulado	1,60
Trigo, aserrín.		0,77
Asbestos	mineral	1,30

Realizado por: Lascano C., Costales P.

Resolución:

$$Qm = Qv \times \gamma$$

$$Qm = 5.82 \frac{m^3}{h} \times 0.77 \frac{Tm}{m^3}$$

$$Qm = 4.5 \frac{Tm}{h}$$

La capacidad de transporte de nuestra banda será de 4.5 Tm/h, esto quiere decir que durante una hora nuestra banda puede transportar hasta máximo 4.5 toneladas.

#### 4.3.4. Potencia requerida en el motor.

La potencia que a continuación se ha calculado es la requerida para poner en marcha nuestro sistema de transporte, y dosificación del alimento.

**Ecuación 4-4.** Fórmula para el cálculo de la potencia requerida en el motor.

$$P = Qm \times H \times 0.0073 \times C$$

Donde:

P = potencia requerida en el motor; (HP)

Qm = capacidad de transporte de la banda;  $\left( \frac{Tm}{h} \right)$



H = distancia entre centros (nuestro diseño); (m)

C = factor para el cálculo de potencia en bandas transportadoras.

**Tabla 4-6.** Factor C para el cálculo de potencia, depende del tipo de material transportado.

Factor C	Material
1	Café molido, granos de cacao, semillas de lino, grafito, semillas de nueces, jabón en escamas.
1.2	Menudo de carbón, granos de café, carbón vegetal, trigo, afrecho, harina.
1.5	Talco, almidón pulverizado, sal pulverizada, sal gema, astillas húmedas de madera.
2	Arcilla, cenizas finas o volantes, cal en granos gruesos, almidón granular, azúcar granular.

Realizado por: Lascano C., Costales P.

Resolución:

$$P = Qm \times H \times 0.0073 \times C$$

$$P = 4.5 \frac{Tm}{h} \times 8.9 \text{ m} \times 0.0073 \times 1.2$$

$$P = 0.4 \text{ HP}$$

Como se halló una potencia de 0.4 HP, debemos adquirir un motorreductor de 0.5 HP es decir con una potencia normalizada, con 40 rpm de salida que se encuentran adjunto en el Anexo C Catálogo para la selección del motorreductor.



Norma	IEC 60034-1	Potencia	0.37 kW
Frecuencia	50 Hz	Fijación	Con pies
Tensión	110 - 220	Brida	C-DIN
Numero de polos	2	Forma constructiva	B34T
Grado de protección	IP55	Caja de conexión¹	Superior
Rotación sincrona	3000 rpm	Refrigeración	IC411 - TEFC

**Figura 4-51.** Motor NEMA IEC 60034-1.

Fuente: Catálogos NEMA.

Las características del motor seleccionado se presentan a continuación:

#### 4.3.5. Selección de rodillos.

Según “Rotrans” una marca importante distribuidora de rodillos de donde fueron adquiridos nuestros productos, nos recomienda determinar la carga a soportar en los rodillos antes de su selección.

**Ecuación 4-5.** Fórmula para el cálculo de la carga sobre un rodillo.

$$Kr = R + L_1 \left( Gg + \frac{Qm}{3.6 V} \right) . Fc . Fi . Fv$$

Donde:

Kr = carga sobre un rodillo; (Kp)

R = peso de las parte rodantes (rodamientos); (Kp)

L<sub>1</sub> = distancia entre estaciones; (m)

G<sub>g</sub> = peso de la banda;  $\left( \frac{Kp}{m} \right)$

Q<sub>m</sub> = capacidad de transporte de la banda;  $\left( \frac{Tm}{h} \right)$

v = velocidad de la banda;  $\left( \frac{m}{s} \right)$

Fc = factor de carga;

Fi = factor de impacto;

Fv = factor de vida del rodillo;

Para:

R; el peso de las partes rodantes viene dado por tabla, es decir al seleccionar los rodamientos también obtenemos el peso de los mismo, para este caso tenemos un peso de 0.105 Kg de cada rodamiento, pero como en cada cilindro van montados dos rodamientos es decir tenemos un peso total de 0.21 Kg, que transformado nos da 2.1 Kgf = 2.1 Kilopondios (Kp).

L<sub>1</sub>; la separación entre estaciones viene dado por el ancho de la banda, hay que tomar en cuenta que las cintas normalizadas comienzan desde 400 mm de ancho en nuestro caso tenemos un ancho

de cinta de 200 mm para lo cual los datos que seleccionemos para los cálculos realizados serán los mismos de una banda normalizada a 400 mm en la siguiente figura 2.

Distancia entre estaciones superiores e inferiores (L1)			
Tabla A			
ANCHO DE BANDA (mm)	SUPERIORES		INFERIORES
	$\alpha = 0,6$	$\alpha = 0,6$	
400	1,35	1,35	3,00
500	1,35	1,20	3,00
650	1,20	1,10	3,00
800	1,20	1,00	3,00
1000	1,00	1,00	3,00
1200	1,00	1,00	3,00
1400	1,00	1,00	3,00
1600	1,00	1,00	3,00
1800	1,00	1,00	3,00
2000 Y ^	1,00	1,00	2,40

$\alpha$  = PESO ESPECIFICO EN Tm/m<sup>3</sup>

**Figura 4-52.** Factor L1 para la selección de rodillos.

Fuente: Catálogo Rotrans.

$G_g$ ; el peso de la cinta transportadora la obtenemos con el ancho de la misma, en nuestro caso debemos seleccionar el peso de la banda con un ancho de 400 mm, como indica la Figura 3:

Peso por metro orientativo (Gg) para bandas de alma textil		
Tabla B		
ANCHO DE BANDA (mm)	PESO/METRO (Kp/m)	ESPESOR TOTAL (mm)
400	4	8
500	5	8
650	6,5	8
800	8,5	8,5
1000	13	11
1200	15,5	11
1400	18	11
1600	25	13
1800	30	14
2000 Y ^	33	14

**Figura 4-53.** Factor Gg para la selección de rodillos.

Fuente: Catálogo Rotrans.

$Q_m$ ; dato obtenido en los cálculos posteriores,  $4,5 \frac{Tm}{h}$

$v$ ; velocidad de la banda dato de catálogo,  $2,5 \frac{m}{s}$

$F_c$ ; el factor de carga se determina dependiendo la disposición o inclinación de la cinta.

Factor de carga (Fc)					
Tabla C					
Horizontal	V 20°	Artesa 20°	Artesa 30°	Artesa 35°	Artesa 45°
Fc = 1	Fc = 0,55	Fc = 0,60	Fc = 0,63	Fc = 0,66	Fc = 0,70

**Figura 4-54.** Fc según la inclinación de la cinta.

Fuente: Catálogo Rotrans.

Para la selección del factor de carga Fc=1 debemos tomar en cuenta que la disposición de nuestro sistema se encuentra de forma totalmente horizontal como indica la Figura 4.

Fi; depende de la velocidad de la banda.

Para nuestro caso la velocidad de la banda está determinada en el cuadro de características de la cinta transportadora con 2.5 m/s en la Tabla 4, obteniendo un Fi=1, como muestra la Figura 5.

Factor de impacto (Fi)			
Tabla D			
TAMAÑO DEL MATERIAL	VELOCIDAD DE LA BANDA		
	2,5 m/s	2,5 a 4 m/s	4 a 5 m/s
100 m/m	1,000	1,000	1,000
100 a 175 m/m	1,025	1,060	1,110
175 a 300 m/m	1,075	1,140	1,280
325 a 500 m/m	1,260	1,600	2,100

**Figura 4-55.** Fi en función a la velocidad de la banda.

Fuente: Catálogo Rotrans.

Fv; depende de las horas de vida de funcionamiento, para efectos de cálculos nuestro factor será en función a 30 000 horas es decir 10 años laborables, obteniendo un Fv=1, como muestra la Figura 6.

Factor de vida (Fv)							
Tabla E							
HORAS DE FUNCIONAMIENTO	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000
Factor Fv	1,445	1,145	1,000	0,907	0,843	0,792	0,753

**Figura 4-56.** Fv factor de vida en función al tiempo de funcionamiento.

Fuente: Catálogo Rotrans.

Resolución:

$$Kr = R + L_1 \left( Gg + \frac{Qm}{3.6 V} \right) . Fc . Fi . Fv$$

$$Kr = 2.4 Kp + 1.35 m . \left( \frac{4kp}{m} + \frac{4.5 \frac{tm}{h}}{3.6 . \left( 2 . \frac{5m}{s} \right)} \right) . 1.1.1$$

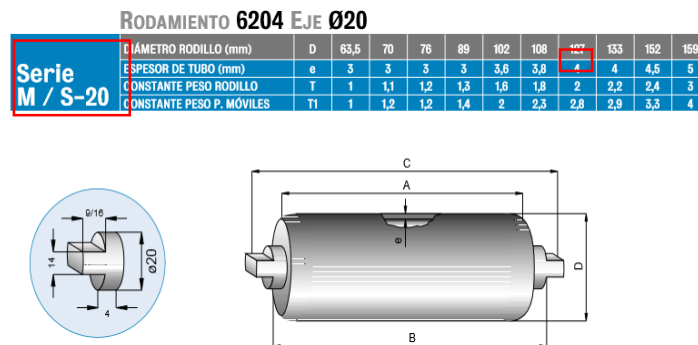
$$Kr = 8.1 \text{ Kp}$$

$$Kr = 79.46 \text{ N}$$

Una vez que obtenemos el  $Kr$  podemos realizar la selección en el catálogo de “Rotrans” de donde adquirimos nuestros rodillos, para más detalles revisar Anexo D Catálogo para la selección de rodillos.

A continuación, se describe el código del rodillo y sus características principales:

- Rodillo Liso Serie M/S-20.
- Colocación horizontal.
- Norma ISO 1537/DIN 15207/UNE58-232-92.



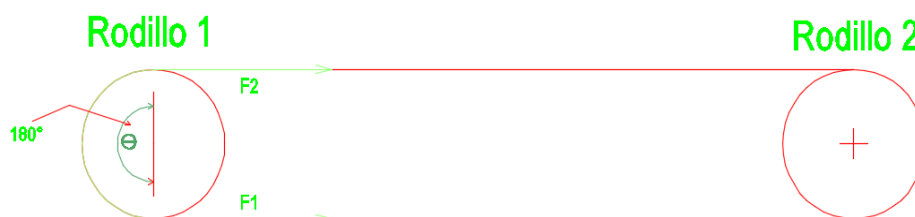
**Figura 4-57.** Selección del rodillo en base al diseño planteado.

**Fuente:** Catálogo Rotrans.

#### 4.3.6. Selección de rodamientos.

Para la selección de los rodamientos debemos tomar en cuenta los siguientes cálculos que describimos a continuación:

- Las fuerzas que interactúan en los rodillos seleccionados que serán las que afecten a los cálculos de nuestros rodamientos como muestra la Figura 8.



**Figura 4-58.** Fuerzas que actúan sobre rodillos y afectan los rodamientos.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Con la siguiente expresión hallamos las fuerzas que se representan en la Figura 8.

**Ecuación 4-6.** Fórmula para calcular las fuerzas que interactúan en los rodillos.

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{f\alpha}$$

En donde:

$F_1, F_2$  = fuerzas que actúan; (KN)

$f$  = coeficiente de fricción entre rodillo y banda;

$\alpha$  = ángulo de contacto; ( $\pi = 180^\circ$ )

Para:

$f$ ; coeficiente en función al contacto que existe entre el rodillo y banda, para este coeficiente debemos tomar en cuenta el material en el que ha sido construida la banda transportadora y el rodillo para determinar el coeficiente adecuado como muestra la Figura 9.

Belt material	Pulley material						
	Cast iron, steel			Wood	Compressed paper	Leather face	Rubber face
	Dry	Wet	Greasy				
1. Leather oak tanned	0.25	0.2	0.15	0.3	0.33	0.38	0.40
2. Leather chrome tanned	0.35	0.32	0.22	0.4	0.45	0.48	0.50
3. Canvas-stitched	0.20	0.15	0.12	0.23	0.25	0.27	0.30
4. Cotton woven	0.22	0.15	0.12	0.25	0.28	0.27	0.30
5. Rubber	0.30	0.18	—	0.32	0.35	0.40	0.42
6. Balata	0.32	0.20	—	0.35	0.38	0.40	0.42

**Figura 4-59.** Coeficiente de fricción  $f$ .

Fuente: Ing. Aquino M.

Resolución:

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{f\alpha}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{0.30 \times \pi}$$

**Ecuación 4-7.** Fórmula de la Fuerzas 1 en función de la Fuerza 2.

$$F_1 = 2.56F_2$$

**Ecuación 4-8.** Fórmula de la potencia en función de la fuerza y velocidad.

$$P = F \cdot V$$

$$P = (F_1 - F_2) \cdot V$$

$$0.5HP = (F_1 - F_2) \cdot \frac{2.5 \text{ m}}{s}$$

$$372.85 \text{ watt} = (F_1 - F_2) \cdot \frac{2.5 \text{ m}}{s}$$

$$F_1 = 149.14 + F_2$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones mediante sustitución tenemos las resultantes  $F_1$ ,  $F_2$  y  $F_t$ :

$$F_1 = 2.56F_2 \quad \text{Ecuación (7)}$$

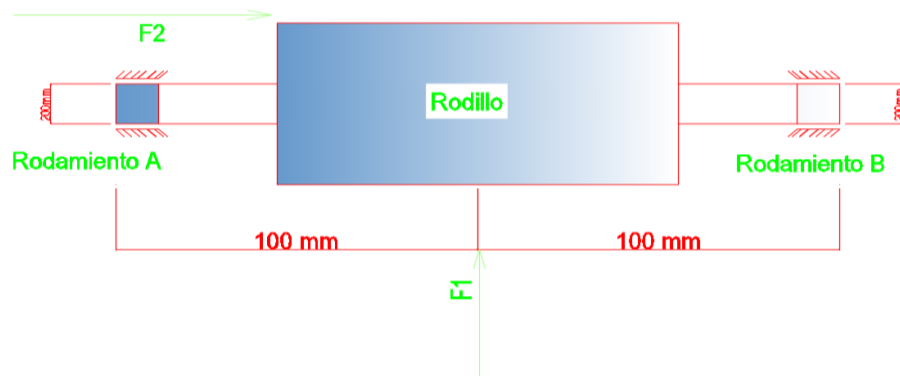
$$F_1 = 149.14 + F_2 \quad \text{Ecuación (8)}$$

$$F_1 = 244.7N = 0.244 \text{ KN}$$

$$F_2 = 95.60N = 0.095 \text{ KN}$$

$$F_t = 262N = 0.262 \text{ KN}$$

Para la selección de los rodamientos adecuados nos planteamos los siguientes diagramas y ecuaciones:

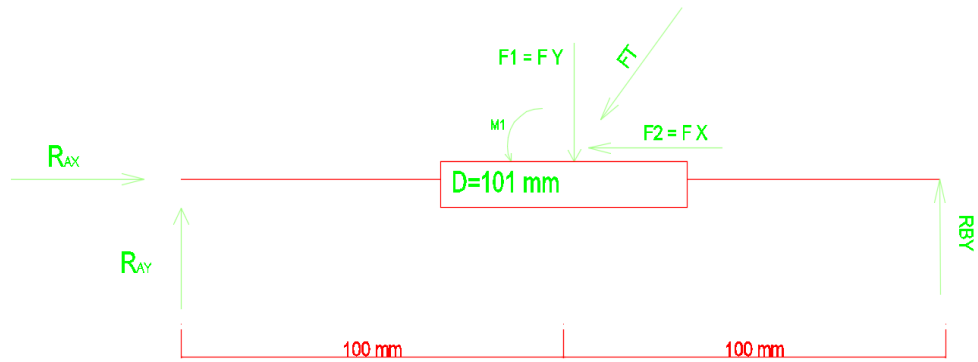


**Figura 4-60.** Representación esquemática rodillo y rodamientos.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Con el esquema que presenta la Figura 10 podemos realizar los diagramas de cuerpo libre en los planos XY, XZ para determinar las reacciones en los rodamientos y posterior seleccionar los más adecuados.

Ahora para realizar los cálculos correspondientes nos ubicamos en el plano xy, de esta manera tenemos el siguiente diagrama de cuerpo libre en la Figura 11.



**Figura 4-61.** Diagrama de cuerpo libre plano XY.

Fuente: Lascano C., Costales P.

Resolución:

**Ecuación 4-9.** Ecuaciones del momento en el plano xy.

$$M_1 = F_1 \cdot \text{radio}$$

$$M_1 = (0.244 \text{ KN}) \cdot (0.05 \text{ m})$$

$$M_1 = 0.012 \text{ KNm}$$

$$\rightarrow +\Sigma M_A = 0$$

$$-F_y(0.1 \text{ m}) + R_{BY}(0.2 \text{ m}) + M_1 = 0$$

$$-0.244(0.1 \text{ m}) + R_{BY}(0.2 \text{ m}) + 0.012 \text{ KNm} = 0$$

$$R_{BY} = 0.06 \text{ KN}$$

**Ecuación 4-10.** Ecuaciones de la sumatoria de fuerzas en el plano xy.

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$+\rightarrow \Sigma F_x = 0$$

$$R_{Ay} + R_{BY} - F_y = 0$$

$$R_{Ax} = F_x$$

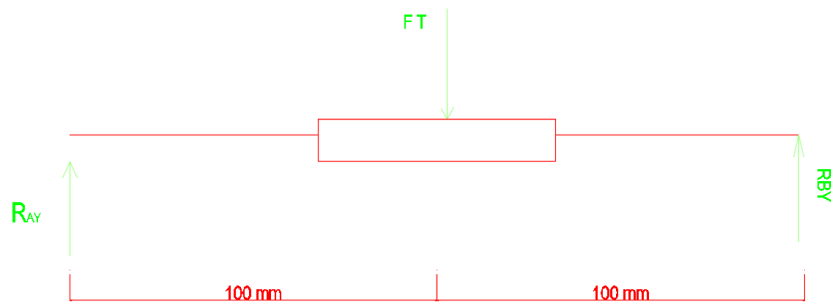
$$R_{Ay} = (-0.06 + 0.244) \text{ KN}$$

$$R_{Ax} = 0.095 \text{ KN}$$

$$R_{Ay} = 0.184 \text{ KN}$$



Una vez determinadas las fuerzas que actúan en el plano xy procedemos a resolver las mismas fuerzas en el plano xz con el diagrama de cuerpos libre de la Figura 12.



**Figura 4-62.**Diagrama de cuerpo libre plano xz.

Fuente: Lascano C., Costales P.

Resolución.

**Ecuación 4-11.** Ecuaciones del momento y reacciones en el plano xz.

$$\rightarrow +\Sigma M_B = 0$$

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$-R_{Ay}(0.2m) + F_T(0.1m) = 0$$

$$-F_T + R_{Ay} - R_{By} = 0$$

$$-R_{Ay}(0.2m) = -0.262KN(0.1m) = 0$$

$$R_{By} = (0.262 - 0.1)KN$$

$$R_{Ay} = 0.1KN$$

$$R_{By} = 0.162KN$$

Fuerzas resultantes encontradas en los distintos diagramas:

Fuerzas Radiales.

Fuerzas Axiales.

$$R_{Ay} = \sqrt{0.1^2 + 0.184^2}$$

$$R_{Ax} = 0.095KN \text{ (Estática)}$$

$$R_{Ay} = 0.2KN \text{ (Dinámica)}$$

$$R_{By} = \sqrt{0.162^2 + 0.06^2}$$

$$R_{By} = 0.17KN$$

Teniendo las fuerzas resultantes tanto radiales como axiales procedemos a seleccionar los rodamientos para nuestro sistema, en este caso al seleccionar el Rodamiento A, automáticamente seleccionamos los demás restantes, ya que para los cálculos del resto de rodamientos se utilizan los mismos criterios.

### Selección del Rodamiento “A”.

Nos dirigimos al catálogo de la SKF en el Anexo E Catálogo para la selección de los rodamientos, del cual adquirimos nuestros rodamientos en la página 20, seleccionamos un rodamiento adecuado que cumpla con la resistencia a las fuerzas radiales y axiales resultantes que cálculos anteriormente, más información revisar:

Características del rodamiento seleccionado:

**Tabla 4-7.** Características del rodamiento Y SKF E2 con anillo de fijación, ejes métricos.

<b>Rodamiento E2,YET 204</b>	
Carga estática:	6.55 KN
Carga dinámica:	12.7KN
Eje:	20mm
Peso:	0.105Kg
Horas de vida:	30000horas = 10años

**Realizado por:** Lascano C., Costales P.

Como antes ya se recalcó todos los rodamientos serán de la misma denominación que del rodamiento “A” ya porque para efectos de cálculo se debe tomar en cuenta los mismos criterios.

#### 4.3.7. Selección de chumacera.

Para realizar la selección de la chumacera debemos tomar como referencias principalmente el diámetro del eje es decir  $d = 20\text{mm}$  y el tipo de rodamiento seleccionado, para lo cual nos dirigimos a las pagina 26 del mismo catálogo de la SKF, el cual se encuentra detallado en el Anexo F Catálogo para la selección de la chumacera.

Las características principales de la chumacera seleccionada se detallan a continuación:

**Tabla 4-8.** Características de la chumacera o unidad de rodamientos Y SKF E2.

<b>Unidad de rodamiento Y SKF E2.</b>	
<b>d eje:</b>	20 mm
<b>Ancho total:</b>	42.9 mm
<b>Distancia entre centro:</b>	63.5mm

**Realizado por:** Lascano C., Costales P.

#### 4.3.8. Selección de cangilones.

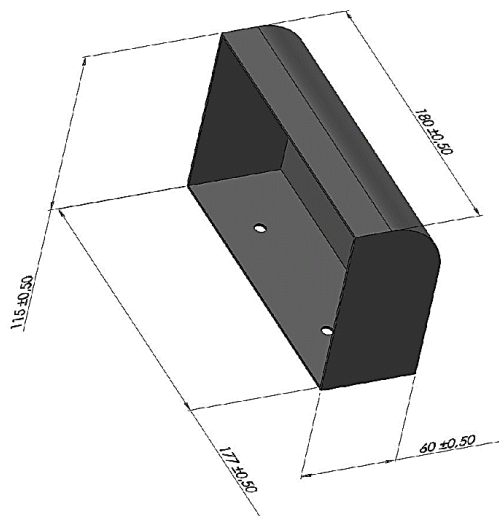
Existen diferentes tipos de cangilones que ayudan a transportar diversos materiales, entre los cangilones más comunes tenemos:

- Cangilones profundos.
- Cangilones poco profundos.
- Cangilones de escama.

En nuestro caso para el transporte de balanceado necesitamos un cangilón con una profundidad adecuada para que el material sea transportado en su totalidad, para lo cual elegimos un cangilón tipo profundo.

##### 4.3.8.1. Cangilón profundo.

El cangilón profundo se emplea para el transporte de materiales secos, por su profundidad de abrasión para un traslado del material en su totalidad.



**Figura 4-63.** Diseño del cangilón profundo.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Del tipo de cangilones profundos debemos seleccionar y construir 18 unidades del mismo tipo que serán la cantidad exacta que ocupamos en nuestra banda transportadora.

#### 4.3.9. Selección de perfiles en U.

Los Perfil U contruidos de acero estructural fueron utilizados para soporte de tambores y cuerpo de la banda transportadora, que contiene todos los mecanismos y elementos que han sido seleccionados anteriormente.

Los perfiles en U tienen las siguientes dimensiones y características que son sobresalientes para nuestra selección que se detallas a continuación en la Tabla 9.

**Tabla 4-9.** Características del perfil "U".

<b>Acero A42-27ES.</b>		
<b>Dimensiones</b>		<b>Resistencia a la tracción</b>
<b>Altura</b>	250mm	42 Kgf/mm <sup>2</sup> = 412 Mpa
<b>Ancho</b>	50mm	<b>Límite de fluencia</b>
<b>Espesor</b>	2mm	27Kgf = 265Mpa

**Realizado por:** Lascano C., Costales P.

Nuestra banda transportadora tiene una longitud total de 9 metros por eso se necesita de 3 perfiles tipo "U" que tienen una longitud total de 6 metros cada uno como lo señala el catalogo en el Anexo G Catálogo para la selección de los perfiles U.

#### **4.3.10. Cálculos del sistema neumático.**

##### **4.3.10.1. Volumen de los cilindros.**

Para el cálculo de la fuerza en los cilindros neumáticos, seleccionamos los actuadores de acuerdo catálogo E.CM ECUADOR.

Actuadores de dosificación inferiores:

Los actuadores RAL 20X75 – S, se encuentran ubicados en la parte inferior de la tolva de almacenamiento, su utilidad será la de dosificar el balanceado y estos fueron adquiridos por la carrera del cilindro que se necesita para el espacio ya definido.

**Tabla 4-10.** Características de los actuadores RAL 20X75 – S.

Diámetro del émbolo.	20 mm
Diámetro del vástago.	8 mm
Carrera.	75mm
Presión de trabajo.	2.5 Pa

**Realizado por:** Lascano C., Costales P.

Para determinar el volumen requerido para el cilindro inferior utilizamos la Ecuación 12.

**Ecuación 4-12.** Fórmula para determinar el volumen requerido en los actuadores.

$$V = \frac{\pi}{4} * (2D^2 - d^2) * C * p$$

Siendo:

V = Volumen de aire; (cm<sup>3</sup>)

D = Diámetro del émbolo; (cm)

d = Diámetro del vástago; (cm)

C = Carrera; (cm)

p = Presión de trabajo; (bar)

Resolución:

$$V = \frac{\pi}{4} * (2 * 2^2 - 0.8^2) * 7.5 * 2.5 \text{ bar}$$

$$V = 108.38 \text{ cm}^3 = 0.108 \text{ litros}$$

El volumen calculado es de un solo cilindro inferior o de dosificación, pero como los cuatro cilindros son de la misma denominación y características entonces omitimos los cálculos para el resto.

Actuadores de llenado superiores:

Los actuadores IACS 20X150-S, serán utilizados para la apertura y cierre de las compuertas ubicadas en la parte inferior de la banda transportadora del balanceado que permiten el paso del alimento para el llenado de las tolvas y que son activados mediante los sensores que se encuentran en las tolvas de almacenamiento.

**Tabla 4-11.** Características de los actuadores IACS 20X150-S.

Diámetro del cilindro.	20mm
Diámetro del vástago.	8mm
Carrera.	150mm
Presión de trabajo.	4.5 Pa

**Realizado por:** Lascano C., Costales P.

Para obtener el volumen necesario de los cilindros superiores aplicamos la misma Ecuación 12 utilizada para el cálculo del volumen de los cilindros.

Resolución:

$$V = \frac{\pi}{4} * (2D^2 - d^2) * C * p$$

$$V = \frac{\pi}{4} * (2 * 2^2 - 0.8^2) * 15 * 4.5 \text{ bar}$$

$$V = 390.18 \text{ cm}^3 = 0.39 \text{ litros}$$

El volumen calculado es de un solo cilindro superior o de llenado, pero como los cuatro cilindros son los mismo entonces omitimos los cálculos para el resto.

4.3.10.2. *Caudal de aire comprimido necesario en los actuadores de dosificación inferior.*

Para determinar el caudal de aire comprimido en los cilindros inferiores de dosificación utilizamos los datos de la Tabla 9 que fueron usadas en el cálculo del volumen y aplicamos la Ecuación 13.

**Ecuación 4-13.** Fórmula para determinar el caudal de aire comprimido.

$$Q = \frac{\pi * C * p * n}{4000} * (2D^2 - d^2)$$

En donde:

Q = Caudal de aire comprimido a presión atmosférica;  $\left(\frac{\text{lt}}{\text{min}}\right)$

n = número de ciclos por minuto;

Para:

n; del cilindro inferior tenemos que se activa 10 ocasiones durante todo el proceso de ordeño que dura 105 min, por lo tanto, obtenemos 10 ciclos del cilindro inferior, además debemos recordar que existen 3 cilindros más de dosificación.

Resolución:

$$Q_1 = \frac{\pi * C * p * n}{4000} * (2D^2 - d^2)$$

$$Q_1 = \frac{\pi * 7.5 * 2.5 * 4^{(10)}/105}{4000} * (2 * 2^2 - 0.8^2)$$

$$Q_1 = 0.0412 \frac{\text{litros}}{\text{min}}$$

En los cilindros de dosificación inferior se determina una necesidad de 0.00412 lt/min.

#### 4.3.10.3. Caudal de aire comprimido necesario en los actuadores de llenado superiores.

Para obtener el caudal necesario de los cilindros superiores utilizamos la misma expresión para el cálculo de los cilindros inferiores con la Ecuación 13, con una variación en el número de ciclos, ya que el tiempo de llenado de las tolvas es distinto para lo cual realizamos un análisis en la siguiente tabla con un estudio de campo, como muestra la Tabla 12.

**Tabla 4-12.** Tiempo promedio de apertura de los cilindros superiores.

		<i>Medidas de tiempo de llenado en segundos.</i>					
		<i>Tiempo 1</i>	<i>Tiempo 2</i>	<i>Tiempo 3</i>	<i>Tiempo 4</i>	<i>Tiempo 5</i>	<i>Tiempo 6</i>
<i>Tolvas</i>	<i>Tolva 1</i>	15	14.1	15.7	16.1	16.8	15.54
	<i>Tolva 2</i>	14.3	16.1	15.7	13.4	17	15.3
	<i>Tolva 3</i>	13.3	15.2	16.4	15.6	14	14.9
	<i>Tolva 4</i>	16.4	13.3	14.3	14	13.7	14.34
		<i>Promedio total en (seg.)</i>					
		<b>15.02</b>					

Realizado por: Lascano C., Costales P.

Para cada cilindro tenemos un tiempo de apertura promedio de 15 minutos, en total nos da 60 minutos de llenado de las cuatro tolvas, entonces así tenemos:

Resolución:

$$Q_2 = \frac{\pi * C * p * n}{4000} * (2D^2 - d^2)$$

$$Q_2 = \frac{\pi * 15 * 4.5 * 1^{(4)} / 60}{4000} * (2 * 2^2 - 0.8^2)$$

$$Q_2 = 0.0260 \frac{\text{litros}}{\text{min}}$$

#### 4.3.10.4. Caudal de aire comprimido total.

Para determinar el caudal de aire comprimido total debemos sumar el el caudal necesario en los cilindros inferiores y superiores.

**Ecuación 4-14.** Fórmula del caudal total.

$$Q_t = Q_1 + Q_2$$

$$Q_t = (0.0412 + 0.0260) \text{ lt/min}$$

$$Q_t = 0.0672 \frac{\text{lt}}{\text{min}}$$

Para obtener en unidades de litro el caudal multiplicamos por todo el tiempo que se lleva a cabo el proceso de ordeño.

$$Q_t = 0.0672 \frac{lt}{min} * 105 min$$

$$Q_t = 7.05 lt.$$

A continuación, se presenta en la Tabla 13 las características del motor existente en la planta de ordeño.

**Tabla 4-13.** Características del compresor.

<b>Compresor IEC60034-1</b>	
Potencia	2HP
Voltaje	110V
Amperaje	13.6A
Frecuencia	60 Hz
Litros	100 lt
Velocidad	3450 r/min

**Realizado por:** Lascano C., Costales P.

Dentro de la Planta de Extracción de leche al ganado bovino se encuentra un compresor donado por parte del grupo de investigación de ingenieros de la escuela de Ingeniería Industrial, como se muestra en la Figura 14.



**Figura 4-64.** Compresor.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

En tanto el compresor que se encuentra en la planta de ordeño de la estación experimental Tunshi cumple con nuestros requerimientos para poder hacer uso del mismo en nuestro proceso de llenado y dosificación del alimento.

#### **4.3.11. Selección de la alternativa de dosificación a la tolva general.**

Para la selección del dosificador a la tolva general necesitamos comparar entre dos sistemas y de ahí elegir la mejor y más adecuada que se adhiera a nuestro sistema.



Para este caso se compara entre el sistema de tornillo sin fin y un sistema de vibración como muestra la Tabla 14.

**Tabla 4-14.** Selección de la alternativa de dosificación.

<b>Características</b>	<b>Sistema de tornillo sin fin.</b>	<b>Sistema de vibración.</b>
Facilidad de instalación	5	4
Fácil elaboración	2	4
Cantidad de material	2	4
Eficiencia	5	2
Velocidad en el transporte	5	1
Exposición al ruido	5	1
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>16</b>

Realizado por: Lascano., Costales P.

Para realizar la puntuación correspondiente se utilizó el siguiente criterio que se detalla en la Tabla 15.

**Tabla 4-15.** Criterios para la puntuación de las alternativas.

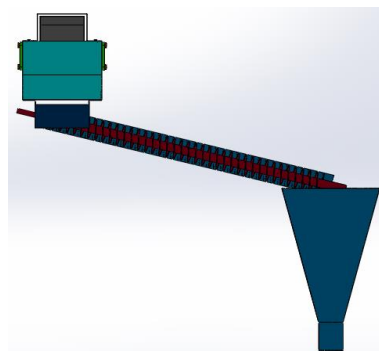
<b>Categorías</b>	<b>Calificación</b>
Excelente	5
Muy bueno	4
Bueno	3
Regular	2
Deficiente	1

Realizado por: Lascano., Costales P.

Basándonos en la ponderación que se realizó podemos observar que el sistema de dosificación mediante el tornillo sin es más adecuado ya que reúne mejores características evidenciándose por la mayor puntuación con 24 contra 16 que alcanzo el sistema de vibración.

#### **4.3.12. Diseño del tornillo sin fin dosificador.**

Nuestro diseño de tornillo sin fin planteado que se acopla a nuestro sistema de transporte y dosificación es el siguiente que muestra la Figura 15.



**Figura 4-65.** Diseño del tornillo sin fin.

Fuente: Lascano C., Costales P.

#### 4.3.12.1. Hélice y eje.

Para el manejo de materiales y productos normales, la hélice de un transportador de tornillo está normalmente fabricada en Tol dependiendo la utilidad de 1.1 a 4 mm de espesor. Su diámetro suele ser inferior en unos 2 cm al de la carcasa, ya que no deberá entrar en contacto con las paredes de la misma cuando el eje del tornillo gire.

El tipo de hélice varía en relación al producto a transportar y de su función como se muestra la Figura 16.

Tipo de Hélice	Tipo de Material para Transportar / Aplicación	Figura
Hélice continua, de paso igual al diámetro	Tipo de hélice normal para transporte de sólidos	
Hélice de gran paso, de 1,5 a 2 veces el diámetro	Se utiliza para productos que fluyen muy bien	
Hélice de pequeño paso, normalmente la mitad del diámetro	Se utiliza en tornillos sin fin inclinados hasta unos 20-25°, o cuando se quiere un prolongado tiempo de permanencia del producto en el transportador con el objeto de enfriarlo, secarlo, etc.	
Hélice de paso variable	Utilizado para compresión de productos, como es el caso de las prensas de tornillo.	
Hélice de diámetro variable	Se utiliza como extractor dosificador de sólidos de tolvas.	
Hélice de cinta	Tipo de hélice adecuada para productos que producen atascamiento.	
Hélice mezcladora, con dos hélices tipo cinta, uno a derecha y otro a izquierda	Se utiliza como equipo mezclador	
Hélice mezcladora, con eje provisto de paletas	Se utiliza como equipo mezclador	

**Figura 4-66.** Selección de la hélice y eje.

Fuente: ingemecánica.

#### 4.3.12.2. Carcasa.

Las paredes que cierran y envuelven al transportador forman la carcasa del tornillo sin fin elaborado de tubo PVC con 4 pulgadas de diámetro por 1.50 metro de largo, y sirve para contener el material, con esto el material a ser transportado no tiene contacto con exterior, las paredes de la carcasa del transportador son totalmente herméticas, configurando una especie de tubo dentro del cual gira el sin fin.

#### 4.3.12.3. Velocidad de giro del tornillo sin fin.

En este sentido y según el tipo de material a desplazar, la velocidad de giro del tornillo suele estar comprendida, con buena aproximación, entre los siguientes rangos:

- para materiales pesados  $\rightarrow n \approx 50$  r.p.m.
- para materiales ligeros  $\rightarrow n < 150$  r.p.m.

En la siguiente Figura 17, se indica la velocidad de giro recomendada para un transportador de tornillo en función de la clase de material y del diámetro del tornillo.

Diámetro del tornillo (mm.)	Velocidad máxima (r.p.m.) según la clase de material (*)				
	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V
100	180	120	90	70	30
200	160	110	80	65	30
300	140	100	70	60	25
400	120	90	60	55	25
500	100	80	50	50	25
600	90	75	45	45	25

**Figura 4-67.** Velocidad máxima de transporte.

Fuente: ingemecánica.

#### Materiales de Clase I

Los materiales de Clase I son principalmente materiales pulverulentos, no abrasivos, que tienen un peso específico que se sitúa entre 0,4 - 0,7 Tm/m3 aproximadamente, y que fluyen fácilmente, entre aquellos tenemos a cebado, trigo, arroz.

#### 4.3.12.4. Paso del tornillo sin fin.

En general, la dimensión para el paso de los transportadores de tornillo suele estar comprendida entre 0,3 y 1 veces la medida del diámetro del mismo, siendo mayor cuanto más ligera sea la carga que se vaya a transportar con el tornillo.

En cuanto al diámetro de la hélice del tornillo, su dimensión es inversamente proporcional a la velocidad de giro del eje, es decir, para velocidades de giro más elevadas supondrá un tornillo de hélices más estrechas.

#### 4.3.12.5. Capacidad de transporte.

Para determinar la capacidad de transporte debemos determinar algunos datos adicionales que como la velocidad y otros más que se presentan en el desarrollo.

Para determinar la velocidad de transporte utilizamos la Ecuación 15.

**Ecuación 4-15.** Fórmula para la velocidad del tornillo sin fin.

$$v = \frac{p \cdot n}{60}$$

Donde:

$V$ ; es la velocidad de desplazamiento del transportador, m/s

$p$ ; es el paso del tornillo o paso de hélice, m

$n$  es la velocidad de giro del eje del tornillo, en *r.p.m.*

Resolución:

$$v = \frac{p \cdot n}{60}$$

$$v = \frac{0,03 \cdot 180}{60}$$

$$v = 0,09 \text{ m/s}$$

Una vez que se halló la velocidad de transporte podemos determinar la capacidad de transporte, mediante la Ecuación 16.

**Ecuación 4-16.** Fórmula para determinar la capacidad del tornillo.

$$Q = 3600 \cdot S \cdot v \cdot \gamma \cdot i$$

Donde:

$Q$ ; es el flujo de material transportado, en *Tm/h*

$S$ ; es el área de relleno del transportador, en  $m^2$

$v$ ; es la velocidad de desplazamiento del transportador, en *m/s*

$\gamma$  ; es el peso específico del material transportado, en *Tm/m<sup>3</sup>*

$i$ ; es el coeficiente de disminución del flujo de material debido a la inclinación del transportador de 20°.

Resolución:

$$Q = 3600 \cdot S \cdot v \cdot \gamma \cdot i$$

$$Q = 3600 \times 0,00314 \times 0,09 \times 0,7 \times 0,6$$

$$Q = 0,42 \text{ Tm/h}$$

#### 4.3.12.6. Potencia de accionamiento.

Para determinar la potencia de accionamiento utilizamos la Ecuación 17 que se presenta a continuación:

**Ecuación 4-17.** Fórmula para determinar la potencia de accionamiento.

$$P \text{ (Kw)} = P_H + P_N + P_i$$

Donde:

$P_H$ ; es la potencia necesaria para el desplazamiento horizontal del material

$P_N$ ; es la potencia necesaria para el accionamiento del tornillo en vacío

$P_i$ ; es la potencia necesaria para el caso de un tornillo sin fin inclinado.

La potencia de desplazamiento horizontal  $P_H$  determinamos mediante la Ecuación 18.

**Ecuación 4-18.** Fórmula para la potencia horizontal.

$$P_H = c_o \cdot \frac{Q \cdot L}{367}$$

Donde:

$Q$ ; es el flujo de material transportado, en  $Tm/h$

$L$ ; es la longitud del transportador, en  $m$

$c_o$ ; es el coeficiente de resistencia del material transportado.

Para  $c_o$  utilizamos la figura con materiales en aserrín, harina etc.

Tipo de material	Valor de $c_o$
Harina, serrín, productos granulosos	1,2
Turba, sosa, polvo de carbón	1,6
Antracita, carbón, sal de roca	2,5
Yeso, arcilla seca, tierra fina, cemento, cal, arena	4

**Figura 4-68.** Factor  $c_o$  en función del material a transportar.

**Fuente:** ingemecánica.

Resolución:

$$P_H = 1,2 \cdot \frac{0,42 \cdot 1,4}{367}$$

$$P_H = 0,00192 \text{ Kw}$$

La potencia de accionamiento del tornillo en vacío  $P_N$  determinamos mediante la Ecuación 19.

**Ecuación 4-19.** Fórmula para hallar la potencia de accionamiento en vacío.

$$P_N = \frac{D \cdot L}{20}$$

Donde:

$D$ ; es el diámetro de la sección del canalón de la carcasa del transportador, en  $m$

$L$ ; es la longitud del transportador, en  $m$

Resolución:

$$P_N = \frac{0,1 \cdot 1,4}{20}$$

$$P_N = 0,007 \text{ Kw}$$

La potencia para el caso de un tornillo sin fin inclinado  $P_i$  se determina aplicando la Fórmula 20.

**Ecuación 4-20.** Fórmula para determinar la potencia del tornillo sin fin inclinado.

$$P_i = \frac{Q \cdot H}{367}$$

Donde:

$Q$ ; es el flujo de material transportado, en  $Tm/h$

$H$ ; es la altura de la instalación, en  $m$

Resolución:

$$P_i = \frac{0,42 \cdot 0,6}{367}$$

$$P_i = 0.000686 \text{ Kw}$$

Una vez que se ha encontrado todas las potencias tanto la de accionamiento en vacío, como la de potencia del tornillo inclinado y la potencia en disposición horizontal del tornillo solamente reemplazamos estos resultados en la Formula 17 obteniendo de tal manera la potencia requerida para el funcionamiento del tornillo sin fin en nuestro sistema.

Resolución:

$$P = P_H + P_N + P_i$$

$$P = 0,00192 + 0,007 + 0.000686$$

$$P = 0.0096 \text{ Kw}$$

Con la potencia de accionamiento calculada de 0.0096 Kw podemos seleccionar un motor que cumpla con las necesidades del sistema, siendo la longitud de transporte pequeña.

Tomando en cuenta los cálculos de potencia de accionamiento del tornillo sin fin presentamos a continuación las características del motor seleccionado en la Tabla 16.

**Tabla 4-16.** Características del motor seleccionado Osaka

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Amperaje:	1A
Potencia:	0,1 Kw
Voltaje:	110V
Frecuencia:	50/60Hz
RPM:	7000

**Realizado por:** Lascano C., Costales P.

De tal manera podemos corroborar según la Tabla 16, que el motor seleccionado es el adecuado siendo la potencia necesaria de accionamiento calculada de 0.0096 Kw, frente a una potencia del motor Osaka de 0.1 Kw suficiente para nuestro sistema.

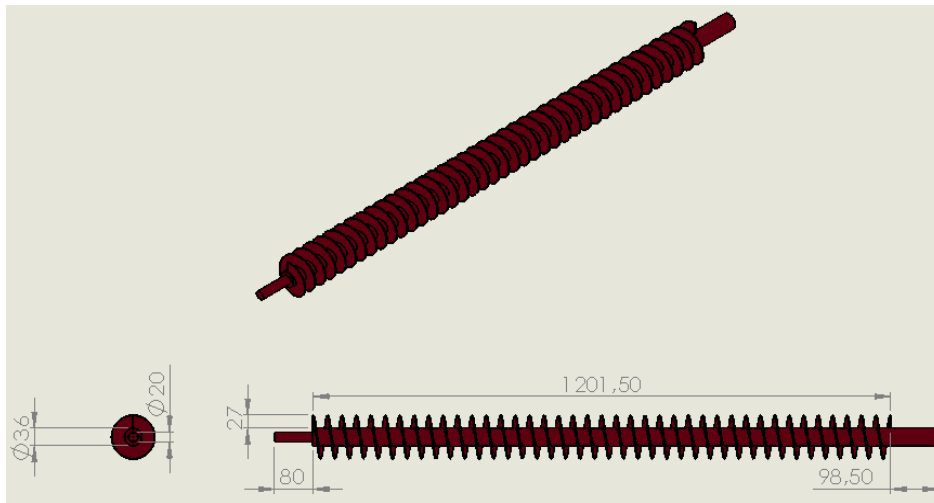
Además, debemos seleccionar cuatro motores de las mismas características para todas las jaulas de ordeño en donde va hacer instalado nuestro sistema de tornillo si fin como dosificador de alimento hacia la tolva general.



**Figura 4-69.** Motor Osaka Machine

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

La Figura 20, muestra el diseño de nuestro tornillo sin fin que será construido con las dimensiones y materiales que antes fueron nombrados.



**Figura 4-70.** Diseño del tornillo sin fin y dimensiones.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Nuestros tornillos sin fin cumplen la función de trasladar el alimento que se encuentra en la banda transportadora hacia cada una de las tolvas de recepción, estos son accionados por un motor de máquina domestica suficiente para que el alimento baje con facilidad hacia la tolva de recepción, con ayuda del empuje de las hélices del tornillo sin fin.

#### **4.3.13. Cantidad de alimento dosificado.**

Para la dosificación del alimento debemos realizar un estudio de campo, recolectar datos de la producción de leche de los bovinos y así obtener una media del porcentaje del balanceado que será dosificado a los animales bovinos mientras se realiza el proceso de extracción de leche en las jaulas de ordeño.

El estudio de campo comienza con la tabulación del registro de producción de leche de los bovinos que nos facilitaron los vaqueros encargados del proceso del ordeno, ya que estos mantienen un registro diario de la producción, estos datos fueron tomados durante un mes de ordeño es decir desde el 4 de septiembre al 01 de octubre del 2017, cantidad de muestra suficiente para poder tabularlos y llegar a obtener una dosificación adecuada del alimento sin afectar la cantidad de leche que se extrae de los animales durante las dos veces diarias.



La Figura 21, nos muestra la cantidad diaria y el promedio al final de la semana de la producción de leche de todos lo animales bovinos.

REGISTRO DE PRODUCCIÓN INDIVIDUAL																	
SEMANA DEL 04 AL 10 DEL MES DE SEPTIEMBRE DEL AÑO 2017																	
#	ARETE	PARTO	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO		PROMEDIO DE PRODUCCIÓN DE LECHE (LT)
			M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	
1	565	ATR	6.40	5.20	6.10	5.20	5.90	5.10	5.70	6.00	6.20	6.00	6.80	4.90	6.80	4.90	5.80
2	520	CLOI	5.70	4.90	6.80	4.90	6.30	5.10	6.10	4.50	6.10	5.00	6.90	4.60	6.60	4.60	5.58
3	583	IA	6.80	5.00	5.80	5.00	6.80	5.10	7.10	4.90	6.80	5.50	5.90	5.20	7.00	5.50	5.89
4	533	CLOD	8.30	5.80	7.50	6.40	8.40	5.80	8.80	6.40	7.20	7.10	8.00	5.80	8.00	5.30	7.06
5	503	IA	6.00	7.50	6.00	5.00	6.30	4.30	6.40	4.40	5.90	5.20	6.70	5.20	5.90	1.20	5.43
6	546	CLOD	6.40	6.00	5.90	5.20	6.40	4.70	6.20	5.20	5.90	4.80	6.80	6.80	6.60	5.00	5.85
7	479	CLOD	8.30	5.90	7.50	6.80	8.70	7.20	8.00	7.90	7.60	6.80	9.20	7.70	8.40	7.90	7.71
8	450	CLOI	6.30	7.50	7.10	6.10	7.20	6.10	7.60	6.10	6.70	6.60	7.50	6.50	8.10	6.20	6.83
9	438	VF	6.30	7.10	4.50	3.40	4.90	3.90	4.80	3.80	4.50	4.40	4.00	4.60	4.60	3.50	4.59
10	575	QOI	5.60	4.50	6.20	5.60	6.90	6.10	7.40	5.50	7.40	5.90	7.80	6.40	7.60	6.30	6.37
11	563	CP	7.70	6.20	9.20	7.00	9.00	7.10	9.50	7.80	9.30	7.50	9.70	7.50	11.00	6.50	8.21
12	559	CP	9.60	9.20	7.10	7.80	8.10	6.80	8.70	6.70	5.10	7.00	7.00	9.20	10.30	6.70	7.81
13	544	CP	6.10	7.10	7.10	6.00	7.90	6.50	8.00	6.10	7.90	6.90	8.20	6.10	8.30	6.60	7.06
14	561	CLOD	8.40	7.10	8.00	7.10	8.70	6.40	8.10	6.30	9.00	6.40	9.40	7.20	9.20	5.90	7.66
15	558	ATR	8.40	8.00	7.50	7.60	7.60	7.50	9.10	6.40	7.80	7.40	8.80	7.80	8.40	7.70	7.86
16	573	CLOI	8.70	7.50	8.30	7.40	9.10	7.90	9.10	6.90	9.30	7.30	9.90	7.50	8.70	10.00	8.40
17	587	CP	8.50	8.30	7.80	6.70	8.60	7.20	8.60	6.80	8.70	7.10	8.90	7.50	9.60	7.70	8.00
18	574	FOD	6.40	7.80	8.00	7.30	8.10	6.20	5.60	5.60	8.60	7.50	9.30	6.10	8.20	6.80	7.25
19	443	CLOD	8.80	8.00	8.30	8.10	8.50	7.00	4.90	5.30	9.00	8.40	9.50	7.70	9.20	7.00	7.84
20	529	CLOD	8.40	8.40	10.70	7.00	11.00	8.30	7.80	8.90	10.60	8.70	11.20	8.20	9.60	7.80	9.04
21	572	ATR	10.00	10.20	11.30	10.60	11.00	9.30	11.90	8.50	11.10	10.60	11.90	9.70	11.60	9.60	10.52
22	521	ATR	11.00	7.60	9.10	7.60	8.70	7.40	9.30	7.80	9.20	8.30	9.80	8.40	9.60	8.00	8.70
23	594	FOD	8.90	6.60	6.00	6.30	7.10	7.00	8.80	5.40	8.30	6.20	8.50	6.60	8.60	5.90	7.16
24	474	CLOD	8.30	10.70	9.40	9.90	10.20	8.90	11.00	10.00	10.70	10.50	11.20	10.50	11.10	9.80	10.16
25	517	TO3	9.90	8.80	10.10	8.00	9.30	8.40	11.60	8.20	11.00	9.60	10.80	8.90	10.40	7.70	9.48
26	488	Ag/11	10.30	9.40	10.30	9.60	12.10	11.00	10.90	8.50	10.70	8.90	11.80	2.30	11.00	9.20	9.71
27	440	Ag/14	10.80	7.60	8.90	7.80	10.20	8.60	9.50	7.00	9.70	8.00	10.20	8.30	10.00	7.70	8.88
28	585	Ag/14	9.10	10.60	12.00	11.60	12.00	11.60	11.90	11.80	12.40	10.60	13.10	11.50	13.60	10.60	11.60
29	524	Ag/21	12.60	10.10	11.00	10.00	10.60	9.60	11.70	10.30	12.00	9.80	13.20	9.20	12.20	9.50	10.84
30	582	Ag/	11.20	10.10	10.40	10.80	10.30	10.70	10.00	8.90	11.50	10.40	13.20	10.30	12.70	10.00	10.75
31	484	1-sep	10.80	10.30	10.40	9.80	9.10	8.00	8.70	8.20	7.40	6.80	6.30	7.60	7.30	8.50	8.51
32	591	4-sep									8.30	6.00	7.20	6.90	7.10	6.90	7.07

**Figura 4-71.** Promedio de producción de leche del 04 al 10 de septiembre.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

El registro de producción de leche de la tabla anterior es de una sola semana como esta en la descripción de la figura.

La Figura 22, nos muestra la producción diaria de leche y el promedio al final de la semana desde el 11 al 17 de septiembre del 2017.

REGISTRO DE PRODUCCIÓN INDIVIDUAL																	
SEMANA DEL 11 AL 17 DEL MES DE SEPTIEMBRE DEL AÑO 2017																	
#	ARETE	PARTO	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO		PROMEDIO DE PRODUCCIÓN DE LECHE (LT)
			M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	
1	565	ATR	6.70	4.70	6.30	4.70	6.40	3.90	6.50	5.00	6.40	5.00	6.80	4.90	6.50	4.20	5.57
2	520	CLOI	6.50	5.20	6.60	4.00	6.70	4.50	5.50	4.30	6.10	5.20	6.10	4.50	6.10	4.20	5.39
3	583	IA	7.10	5.10	7.20	5.50	7.70	4.90	6.30	6.60	6.30	5.20	6.50	5.90	6.50	4.60	6.10
4	533	CLOD	8.80	5.20	8.30	5.80	6.30	4.30	9.00	5.40	7.60	6.30	8.00	6.20	8.30	6.00	6.82
5	503	IA	9.20	4.20	6.40	5.30	6.40	4.20	6.20	5.90	5.70	4.80	6.10	5.50	6.00	4.50	5.74
6	546	CLOD	6.40	5.30	6.50	5.00	9.20	4.90	6.80	5.30	6.40	5.50	6.70	6.00	6.20	4.80	6.07
7	479	CLOD	8.70	7.20	8.80	5.90	7.60	6.30	8.10	7.90	8.10	9.10	6.60	9.00	7.20	6.30	7.63
8	450	CLOI	8.10	4.90	7.20	6.60	3.50	4.20	7.80	6.20	8.10	6.40	7.20	6.90	7.10	9.80	6.71
9	438	VF	3.70	3.20	3.60	3.80	7.50	6.30	3.90	3.00	3.70	2.60	2.00	1.80	2.90	1.20	3.51
10	575	QOI	8.00	6.10	7.90	6.30	9.30	6.30	7.10	6.50	7.30	5.70	7.20	6.60	6.10	5.70	6.86
11	563	CP	9.80	7.80	9.60	7.20	8.10	2.50	9.90	7.80	8.80	7.40	9.50	8.00	9.30	6.70	8.03
12	559	CP	8.10	8.50	9.80	8.00	7.90	5.70	7.70	8.50	7.50	8.60	9.50	7.10	8.50	6.00	7.96
13	544	CP	9.40	6.20	8.40	7.30	8.90	6.70	8.20	6.50	7.00	6.80	8.70	6.40	7.50	5.70	7.41
14	561	CLOD	9.10	6.20	8.10	8.00	9.10	7.30	8.10	6.20	7.50	6.20	7.90	7.40	7.80	7.00	7.56
15	558	ATR	9.90	7.60	9.50	7.10	8.60	5.10	9.70	7.70	8.90	8.30	7.80	9.00	8.70	6.80	8.19
16	573	CLOI	8.80	6.80	8.80	6.60	9.80	6.10	8.60	7.30	8.90	7.20	8.70	7.70	8.50	5.50	7.81
17	587	CP	9.50	7.80	9.30	10.50	8.80	7.10	9.20	8.80	10.10	7.60	8.70	7.90	9.50	6.20	8.64
18	574	FOD	8.50	10.00	8.00	10.00	8.80	6.90	8.60	7.50	9.00	7.30	9.60	7.60	8.70	6.60	8.36
19	443	CLOD	8.50	7.70	8.90	7.40	7.10	7.20	6.70	10.10	8.40	7.60	8.80	8.00	9.30	6.70	8.03
20	529	CLOD	9.60	9.80	9.00	5.90	11.40	6.80	9.20	9.70	8.40	8.50	8.10	11.10	11.00	8.30	9.06
21	572	ATR	11.30	10.10	10.60	9.80	7.90	6.50	10.80	10.60	11.40	10.00	11.00	11.00	9.00	8.80	9.91
22	521	ATR	8.80	8.50	8.10	5.20	7.80	8.30	6.90	6.30	6.90	3.90	10.60	7.00	4.50	5.80	7.04
23	594	FOD	8.30	6.30	7.60	9.60	10.90	9.60	8.20	3.30	8.00	6.00	4.70	6.40	7.60	5.30	7.27
24	474	CLOD	10.80	6.20	10.00	8.90	10.30	6.90	11.21	9.70	11.80	9.70	7.70	10.30	10.20	9.00	9.48
25	517	TO3	11.80	8.20	10.10	12.10	10.40	5.60	11.10	8.70	9.70	6.80	9.80	10.20	10.50	8.50	9.54
26	488	Ag/11	11.10	9.30	10.60	9.30	9.80	8.40	12.00	9.80	10.80	9.70	8.80	9.90	10.80	9.00	9.95
27	440	Ag/14	9.00	8.20	9.60	11.30	13.00	5.90	4.30	8.80	9.70	9.80	10.80	9.10	6.90	7.80	8.87
28	585	Ag/14	12.40	10.60	12.30	5.60	10.90	8.90	8.30	11.20	10.80	10.90	9.60	11.80	13.00	9.90	10.44
29	524	Ag/21	12.70	10.50	11.70	9.80	12.00	7.70	6.90	9.20	9.70	9.70	13.60	9.40	11.80	9.40	10.29
30	582	Ag/	12.70	10.70	12.20	10.20	9.90	10.40	9.80	11.00	13.00	11.60	11.80	11.30	12.00	9.40	11.14
31	484	1-sep	11.70	8.40	4.20	6.30	5.20	9.10	8.60	6.80	8.20	8.00	9.20	4.90	4.30	8.80	7.41
32	591	4-sep	8.30	7.00	5.20	5.80	4.60	9.50	8.60	7.90	6.80	6.30	5.80	7.20	6.00	5.90	6.78

**Figura 4-72.** Promedio de producción de leche del 11 al 17 de septiembre.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

De igual forma que en la figura 71, en la Figura 73 se muestra los datos de producción de leche en la segunda semana y sus promedios respectivos, en algunos casos pueden coincidir la cantidad extraída en cada vaca en otros casos no ya que mucho depende del alimento que ingieran y del estado del animal vacuno, es decir si está en parto, alunamiento, etc.

En la Figura 23, se muestra los datos de producción de leche del 18 al 24 de septiembre.

REGISTRO DE PRODUCCIÓN INDIVIDUAL																	
SEMANA DEL 18 AL 24 DEL MES DE SEPTIEMBRE DEL AÑO 2017																	
#	ARETE	PARTO	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO		PROMEDIO DE PRODUCCIÓN DE LECHE (LT)
			M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	
1	565	ATR	3.30	5.30	5.10	5.30	5.20	5.80	6.00	5.60	4.60	5.30	4.70	4.00	4.70	5.00	4.99
2	520	CLOI	4.80	5.40	4.60	4.60	4.10	5.60	5.40	5.00	4.00	4.00	5.20	5.80	4.10	5.30	4.85
3	583	IA	7.10	8.10	8.50	8.00	7.80	8.00	7.20	7.20	8.00	8.10	8.20	8.00	7.10	7.00	7.74
4	533	CLOD	10.50	12.00	8.20	8.60	9.80	12.40	12.10	11.00	12.90	9.10	10.10	10.00	8.60	10.10	10.39
5	503	IA	3.10	3.00	3.50	3.00	2.60	3.50	3.20	3.70	4.00	3.00	3.00	2.80	3.40	3.90	3.26
6	546	CLOD	5.10	4.90	4.30	4.00	4.00	5.10	5.10	4.60	5.30	4.50	4.90	4.90	4.50	5.50	4.76
7	479	CLOD	8.80	7.60	9.00	9.20	9.00	7.20	9.20	8.70	9.00	10.00	8.80	7.50	8.80	8.70	8.68
8	450	CLOI	8.20	7.60	6.50	7.50	6.00	6.60	7.20	7.60	7.30	6.20	8.60	7.70	6.80	7.10	7.21
9	438	VF	4.30	6.00	4.20	4.10	4.10	5.60	5.60	4.90	4.60	5.50	4.40	4.60	5.20	5.70	4.91
10	575	QOI	11.50	12.60	12.40	12.10	11.60	13.90	12.10	12.50	11.20	11.70	12.50	13.50	12.00	13.40	12.36
11	563	CP	7.90	8.50	7.50	9.00	8.40	8.10	9.30	9.90	7.70	7.40	8.40	9.30	7.40	9.60	8.46
12	559	CP	5.30	5.50	5.30	4.10	4.40	5.20	4.30	4.70	4.90	5.70	4.40	5.90	5.00	5.30	5.00
13	544	CP	13.50	13.90	13.60	12.20	12.80	11.20	13.00	12.70	13.20	13.70	12.40	13.70	12.40	13.60	12.99
14	561	CLOD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	558	ATR	6.10	5.60	4.60	5.10	4.40	4.10	5.10	5.00	6.00	4.70	4.70	4.30	4.10	4.20	4.86
16	573	CLOI	3.80	3.80	3.60	4.00	4.30	4.70	4.50	5.00	4.80	4.40	3.90	3.40	3.90	4.60	4.19
17	587	CP	7.60	8.40	7.50	8.20	6.60	6.90	6.20	9.00	6.90	7.50	7.10	8.00	7.60	6.30	7.41
18	574	FOD	6.00	4.90	5.60	4.10	5.60	4.40	4.60	5.70	5.00	5.30	4.70	5.30	4.40	5.70	5.09
19	443	CLOD	10.70	10.20	12.90	10.10	8.90	9.70	9.10	9.10	8.00	10.00	13.00	9.50	8.00	11.60	10.06
20	529	CLOD	2.80	2.90	2.30	2.60	3.20	3.40	2.40	2.50	2.50	2.10	3.60	2.50	3.50	3.30	2.83
21	572	ATR	9.00	7.30	9.50	8.80	8.50	7.70	7.50	9.20	7.20	9.60	8.30	8.40	7.00	8.10	8.29
22	521	ATR	11.00	12.00	12.00	13.90	13.10	11.30	12.90	13.60	11.50	12.50	11.60	12.50	12.40	13.40	12.41
23	594	FOD	3.60	3.50	3.10	3.90	3.20	4.80	4.30	3.20	4.20	3.60	3.90	3.10	3.30	3.60	3.66
24	474	CLOD	11.30	13.30	12.20	13.40	11.20	13.80	12.40	13.60	13.80	13.00	11.60	13.10	12.50	13.20	12.74
25	517	TO3	8.60	8.70	7.40	7.00	9.00	8.40	7.60	8.90	7.20	9.00	8.90	8.00	7.00	8.30	8.14
26	488	Ag/11	4.40	3.60	4.90	3.00	3.70	3.20	3.80	4.40	3.80	4.90	3.70	3.10	3.50	4.00	3.86
27	440	Ag/14	2.20	3.40	2.00	2.30	3.70	3.70	3.10	3.70	2.10	3.30	2.60	3.80	2.70	2.10	2.91
28	585	Ag/14	5.90	5.70	5.70	4.20	5.40	4.80	4.80	4.60	4.90	4.10	4.90	4.30	4.70	4.70	4.91
29	524	Ag/21	12.40	9.60	10.40	10.00	11.40	9.50	11.90	12.20	9.30	10.90	8.40	8.20	10.80	8.70	10.26
30	582	Ag/	12.20	12.80	11.90	11.70	8.10	11.40	9.90	12.30	12.40	11.10	11.30	9.80	11.70	11.00	11.26
31	484	1-sep	7.80	8.80	8.50	8.10	7.80	8.90	7.00	8.90	8.80	8.60	8.50	7.80	8.10	7.50	8.22
32	591	4-sep	7.50	6.50	6.00	7.40	8.20	7.40	7.80	7.60	7.70	8.30	7.60	7.40	9.00	8.60	7.64

**Figura 4-73.** Promedio de producción de leche del 18 al 24 de septiembre.

Fuente: Lascano C., Costales P.

En la tercera semana también se puede evidenciar el registro de producción de leche emitido por parte de los vaqueros que laboran y son encargados de la instalación de ordeño al ganado bovino.

En la Figura 24, se muestra los datos de producción de leche del 24 de septiembre al 01 de octubre.

REGISTRO DE PRODUCCIÓN INDIVIDUAL																	
SEMANA DEL 25 DEL MES DE SEPTIEMBRE AL 01 DE OCTUBRE DEL AÑO 2017																	
#	ARETE	PARTO	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SÁBADO		DOMINGO		PROMEDIO DE PRODUCCIÓN DE LECHE (LT)
			M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	
1	565	ATR	5.80	4.70	4.90	5.90	5.30	4.40	4.50	4.80	4.00	6.00	5.80	5.60	5.30	5.40	5.17
2	520	CLOI	2.50	2.30	3.90	3.40	2.90	2.40	2.00	3.60	2.30	2.40	3.60	3.70	3.60	2.10	2.91
3	583	IA	11.70	10.70	10.90	10.00	10.40	11.90	10.10	11.50	10.20	11.10	11.90	11.70	10.60	10.60	10.95
4	533	CLOD	7.90	6.50	6.00	6.50	6.20	7.30	7.20	7.60	7.20	6.80	6.30	7.10	6.70	6.90	6.87
5	503	IA	5.90	4.80	5.90	5.10	4.70	5.40	4.70	4.00	5.90	5.60	5.90	4.00	4.80	4.70	5.10
6	546	CLOD	10.00	10.50	11.60	11.10	11.70	10.50	10.40	11.80	11.40	10.40	10.10	11.20	10.70	10.50	10.85
7	479	CLOD	6.10	7.30	6.80	7.30	6.70	7.40	6.40	6.30	6.30	7.00	7.10	6.80	7.30	6.70	6.82
8	450	CLOI	12.60	13.60	12.30	11.30	12.00	11.30	11.80	12.90	12.50	11.50	12.50	11.40	11.50	13.00	12.16
9	438	VF	8.70	9.20	9.40	9.30	9.20	9.50	10.00	9.20	9.90	8.40	8.50	8.00	9.40	8.60	9.09
10	575	QOI	13.10	12.60	13.10	11.30	11.10	14.00	11.80	12.00	12.10	12.20	12.70	13.70	14.00	12.20	12.56
11	563	CP	2.90	2.10	3.40	3.30	2.60	3.20	3.40	3.60	3.00	3.20	3.40	3.40	2.30	4.00	3.13
12	559	CP	10.10	12.90	12.70	11.90	13.70	13.00	9.80	13.10	13.20	10.00	11.20	13.50	13.20	12.50	12.20
13	544	CP	8.00	9.60	8.40	9.30	9.20	9.10	9.60	8.90	10.00	9.70	8.50	9.60	8.40	8.60	9.06
14	561	CLOD	10.80	13.80	9.00	10.80	10.80	10.60	10.70	12.60	10.80	12.10	10.80	10.90	13.70	11.10	11.32
15	558	ATR	5.10	6.00	5.80	4.20	4.40	4.00	4.60	5.60	5.70	5.20	4.00	6.00	5.00	4.10	4.98
16	573	CLOI	11.40	13.70	11.90	11.60	13.50	13.60	12.40	11.90	11.60	11.50	12.10	12.50	11.40	12.30	12.24
17	587	CP	11.70	11.90	11.80	10.80	11.50	11.10	10.40	10.00	10.20	11.30	10.30	10.60	10.20	11.50	10.95
18	574	FOD	7.70	6.40	7.90	7.00	6.20	7.70	7.40	6.90	6.80	6.40	8.00	6.20	6.40	7.80	7.06
19	443	CLOD	4.20	5.70	6.90	6.20	4.60	3.10	5.00	3.70	6.80	5.90	3.00	5.70	4.60	6.90	5.16
20	529	CLOD	13.90	11.80	13.80	12.70	9.20	10.50	13.40	10.80	11.50	10.40	12.70	13.10	12.60	11.00	11.96
21	572	ATR	2.10	3.10	2.90	3.70	3.20	3.60	2.50	3.90	4.00	2.10	3.40	2.60	3.00	3.60	3.12
22	521	ATR	9.40	9.10	11.10	11.50	10.30	9.80	12.60	10.80	10.40	9.70	11.50	10.90	13.80	11.50	10.89
23	594	FOD	12.60	11.60	13.90	13.10	13.90	11.50	11.20	12.60	12.00	13.60	11.60	13.60	12.90	13.80	12.71
24	474	CLOD	7.00	6.30	7.90	7.00	7.10	7.80	7.30	7.40	7.10	7.30	7.80	7.90	6.90	6.70	7.25
25	517	TO3	13.80	12.20	13.10	11.70	13.80	13.00	14.00	11.60	13.30	12.90	11.60	13.30	12.20	12.20	12.76
26	488	Ag/11	9.40	9.70	9.40	9.30	8.80	9.70	9.30	8.50	8.80	9.10	8.90	8.40	9.40	8.70	9.10
27	440	Ag/14	13.70	12.70	11.80	13.10	11.30	12.60	13.20	12.00	11.60	11.60	11.20	11.20	11.80	11.00	12.06
28	585	Ag/14	3.70	4.00	2.10	2.00	2.50	2.90	2.30	3.00	3.90	3.30	3.60	2.30	2.40	3.00	2.93
29	524	Ag/21	11.60	11.30	10.00	10.30	12.00	11.40	11.30	11.40	10.90	11.70	11.40	10.50	11.60	11.70	11.22
30	582	Ag/	5.30	4.60	5.40	5.90	4.00	4.10	6.00	5.40	4.50	4.60	5.00	5.40	5.20	4.50	4.99
31	484	1-sep	10.00	10.40	12.00	12.00	11.50	10.20	10.10	10.90	12.00	10.50	11.70	10.20	10.60	10.60	10.91
32	591	4-sep	8.40	8.60	8.10	8.70	9.40	9.20	9.30	9.40	8.00	9.40	9.00	9.60	9.40	9.70	9.01

**Figura 4-74.** Promedio de producción de leche del 25 de septiembre al 01 de octubre.

Fuente: Lascano C., Costales P.

Una vez que se tienen todos los datos promedios de cada una de las cuatro semanas de todos los bovinos debemos tabular estos resultados finales con el siguiente criterio de la Tabla 17, para obtener la cantidad de alimento dosificado.

**Tabla 4-17.** Criterio de dosificación según la producción de leche.

PRODUCCIÓN DE LECHE (lt)	PORCENTAJE DE BALANCEADO (Kg)
0 a 5	1 Kg
5 a 10	2 Kg
10 a 15	3 Kg

Realizado por: Lascano C., Costales P.

Una vez que tenemos claro los criterios, se procede a asignar la dosificación adecuada dependiendo cada el promedio de producción de leche en cada a animal bovino, como se muestra en la Tabla 18.

**Tabla 4-18.** Promedio de cuatro semanas y cantidad de dosificación.

<b>PROMEDIOS DE PRODUCCIÓN DE LECHE SEMANAL (LT) Y DOSIFICACION DEL ALIMENTO (KG)</b>					
<b>PROMEDIO DE LA SEMANA 1</b>	<b>PROMEDIO DE LA SEMANA 2</b>	<b>PROMEDIO DE LA SEMANA 3</b>	<b>PROMEDIO DE LA SEMANA 4</b>	<b>PROMEDIO TOTAL</b>	<b>DOSIFICACIÓN</b>
5.80	5.57	4.99	5.17	5.38	2.0
5.58	5.39	4.85	2.91	4.68	1.0
5.89	6.10	7.74	10.95	7.67	2.0
7.06	6.82	10.39	6.87	7.78	2.0
5.43	5.74	3.26	5.10	4.88	1.0
5.85	6.07	4.76	10.85	6.88	2.0
7.71	7.63	8.68	6.82	7.71	2.0
6.83	6.71	7.21	12.16	8.23	2.0
4.59	3.51	4.91	9.09	5.53	2.0
6.37	6.86	12.36	12.56	9.54	2.0
8.21	8.03	8.46	3.13	6.96	2.0
7.81	7.96	5.00	12.20	8.24	2.0
7.06	7.41	12.99	9.06	9.13	2.0
7.66	7.56	0.00	11.32	6.64	2.0
7.86	8.19	4.86	4.98	6.47	2.0
8.40	7.81	4.19	12.24	8.16	2.0
8.00	8.64	7.41	10.95	8.75	2.0
7.25	8.36	5.09	7.06	6.94	2.0
7.84	8.03	10.06	5.16	7.77	2.0
9.04	9.06	2.83	11.96	8.22	2.0
10.52	9.91	8.29	3.12	7.96	2.0
8.70	7.04	12.76	10.89	9.85	2.0
7.16	7.27	3.66	12.71	7.70	2.0
10.16	9.48	12.37	7.25	9.81	2.0
9.48	9.54	8.14	12.76	9.98	2.0
9.71	9.95	3.86	9.10	8.16	2.0
8.88	8.87	2.91	12.06	8.18	2.0
11.60	10.44	4.91	2.93	7.47	2.0
10.84	10.29	10.26	11.22	10.66	3.0
10.75	11.14	10.41	4.99	9.32	2.0
8.51	7.41	8.22	10.91	8.76	2.0
7.07	6.78	7.64	9.01	7.63	2.0
<b>DOSIFICACIÓN</b>					<b>1.97</b>

Realizado por: Lascano C., Costales P.

Obtenemos de esta manera 1.97 Kg de balanceado aproximadamente, pero para nuestro caso se le dosificaran 2 Kg a cada animal mientras se da el proceso de ordeño como una medida exacta.

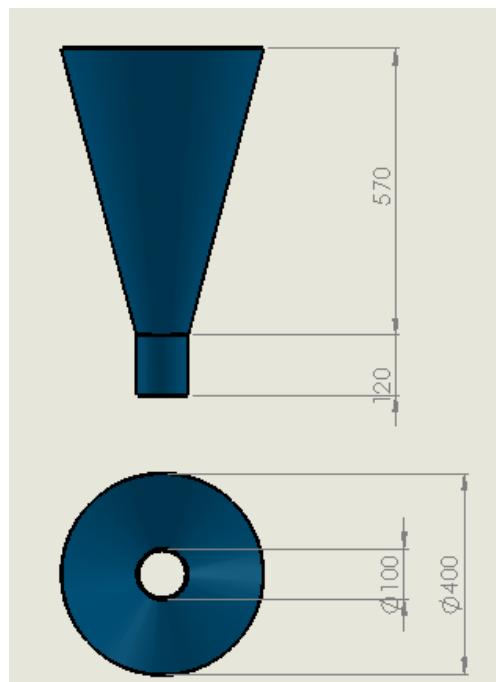
La Tabla 18, nos muestra la cantidad necesaria de alimento que será dosificado a cada animal bovino mientras se realiza el proceso de ordeño, tomando en cuenta el promedio total de producción de leche.

Estos datos relacionamos con la producción promedio total de leche al final de las cuatro semanas con todos los treinta y dos animales bovinos, y en promedio total obtuvimos los 2 Kg de balanceado a ser dosificado.

#### **4.3.14. Selección del diseño de las tolvas.**

Para construir las tolvas de alimentación nos basamos en el espacio disponible en las jaulas de ordeño ya que estas fueron implementadas anteriormente.

Se realizó este modelo para obtener mejor caída del balanceado a los recipientes donde el ganado se alimenta, estas tolvas han sido construidas de tol galvanizado, con la intención de no afectar ni alterar las características del balanceado que ingieren los bovinos.



**Figura 4-75.** Diseño y dimensiones de las tolvas de recepción.

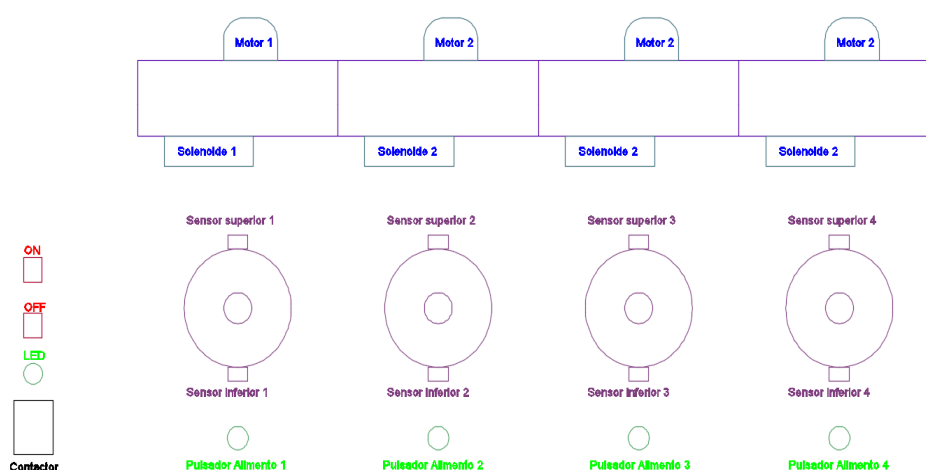
**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Las tolvas tienen una capacidad de almacenamiento de 18 kg suficiente para alimentar a los animales bovinos que llegan a las jaulas hacer ordeñados, además con un tiempo de llenado de 15 minutos como se muestra en la Tabla 12 del tiempo de llenado de las tolvas.

Han sido construidas 4 tolvas de las mismas características, dimensiones y material como muestra la Figura 25, para cada una de las cuatro jaulas de ordeño, en donde el alimento será almacenado hasta el momento de realizar la dosificación.

#### 4.3.15. Selección del PLC.

Para la selección del PLC adecuado debemos tomar en cuenta el número de entradas, salidas que contenga nuestro sistema, para poder determinar estas realizamos un esquema que se presenta en la Figura 77.



**Figura 4-76.** Esquema del sistema de transporte y dosificación.

Fuente: Lascano C., Costales P.

Con el esquema anterior podemos comenzar a elaborar nuestro cuadro de variables de entradas y salidas como se observa en la Tabla 19.

**Tabla 4-19.** Cuadro de variables.

CUADRO DE VARIABLES			
ENTRADAS	Código	SALIDAS	Código
ON	IN0	SOLE_SUP_1/MOTOR 1	1-IOC1.OUT0
OF	IN1	SOLE_INF_1	1-IOC1.OUT1
P. ALIMENTO 1	IN2	SOLE_SUP_2/MOTOR 2	1-IOC1.OUT2
P. ALIMENTO 2	IN3	SOLE_INF_2	1-IOC1.OUT3
P. ALIMENTO 3	IN4	SOLE_SUP_3/MOTOR 3	1-IOC1.OUT4
P. ALIMENTO 4	IN5	SOLE_INF_3	1-IOC1.OUT5
SENSOR_SUP_1	IN6	SOLE_SUP_4/MOTOR 4	1-IOC1.OUT6
SENSOR_INF_1	IN7	SOLE_INF_4	1-IOC1.OUT7
SENSOR_SUP_2	IN8	CONTACTOR MOTOR	1-IOC1.OUT8
SENSOR_INF_2	IN9	ENCENDIDO_LED	1-IOC1.OUT9
SENSOR_SUP_3	IN10		1-IOC1.OUT10
SENSOR_INF_3	IN11		1-IOC1.OUT11
SENSOR_SUP_4	IN12		1-IOC1.OUT12
SENSOR_INF_4	IN13		1-IOC1.OUT13
	IN14		1-IOC1.OUT14
	IN15		1-IOC1.OUT15

Realizado por: Lascano C., Costales P.

La Tabla 20, representa el número de entradas y salidas que debe tener nuestro PLC para realizar nuestra programación, en tal razón nuestro controlador lógico programable será elegido del cuadro de ponderaciones que se detalla a continuación en la Tabla 21 con su mayor puntuación.

Los criterios para realizar las ponderaciones se presentan a continuación en la Tabla 20.

**Tabla 4-20.** Valores para la ponderación.

Categorías	Calificación
Excelente	5
Muy bueno	4
Bueno	3
Regular	2
Malo	1

Realizado por: Lascano C., Costales P.

La Tabla 21 nos ayuda a determinar una calificación adecuada en cada una de las características de los PLC con la intención de elegir el que mejor nos convenga a nuestro proyecto.

**Tabla 4-21.** Cuadro de ponderaciones entre PLC Delta y S7 1200.

Características	PLC DELTA DVP32ES200T	PLC Siemens S7 1200
Mejores prestaciones.	5	3
Entradas analógicas integradas.	5	2
Velocidad de procesamiento.	4	4
Alta capacidad de procesamiento.	5	4
Conexión e interfaz.	5	4
Puerto de comunicación.	4	3
Módulos de señales externos.	5	1
Bajo costo de los módulos de expansión.	5	1
Alta precisión en la automatización.	4	3
Facilidad en la instalación.	5	3
Detección rápida en el monitoreo durante los procesos.	5	3
Software disponible en la red.	5	2
Fácil programación.	5	2
Códigos abiertos en la red para su mantenimiento.	5	1
Salida de pulsos de alta velocidad.	5	3
Fácil comunicación con las pantallas táctiles gráficas.	5	2
<b>TOTAL</b>	<b>77</b>	<b>41</b>

Realizado por: Lascano C., Costales P.

Como se observa en la Tabla 21, el PLC Delta DVP32ES00T tiene mejores características que se destacan sobre las del S7 1200, con una puntuación de 77 por encima de 41 a favor del PLC Delta que será nuestro programador lógico en la ejecución del proyecto.



Las características del PLC Delta DVP32ES00T se detallan a continuación basándonos en el cuadro de características de la Tabla 21:

- Mejores prestaciones: este criterio se dio por el costo del Programador Lógico Controlable.
- Entradas analógicas integradas: es la capacidad de entradas y salidas del PLC que se pueden ocupar durante la instalación de los equipos
- Velocidad de procesamiento: la rapidez en procesar la información a los elementos conectados.
- Alta capacidad de procesamiento: la memoria que tiene el PLC es de 100kB y 0.35 $\mu$ s
- Conexión e interfaz: esta viene establecida por el tipo de cable a ser utilizado, un cable circular de 9 pines con salida USB, la Interfaz es la transmisión rápida de la programación que se encuentra en la computadora al PLC
- Puerto de comunicación: el puerto que tiene el PLC DELTA es muy común para la obtención del cable.
- Módulos de señales externos: son necesarios cuando la capacidad de entradas y salidas analógicas no abastece con lo programado.
- Bajo costo de los módulos de expansión: el costo del módulo de expansión en la gama DELTA, es muy factible para los estudiantes.
- Alta precisión en la automatización: las señales son muy precisas al momento de poner a correr el programa.
- Facilidad en la instalación: es muy fácil su instalación ya que cuenta con un manual de operación, en el que explica paso a paso.
- Detección rápida en el monitoreo durante los procesos: si encuentra una falla en los elementos conectados al PLC, esta detectará y parará el proceso en que se encuentre trabajando.
- Software disponible en la red: una de las ventajas, ya que es libre y se puede descargar desde cualquier medio.
- Códigos abiertos en la red para su mantenimiento: con estos códigos cualquier persona que tenga el conocimiento podrá dar mantenimiento al PLC, o manipular su programación para mejoras futuras.
- Salida de pulsos de alta velocidad: la señal de salida será la que active los elementos consumidores, esto ayuda a que no exista ninguna demora en su activación

- Fácil comunicación con las pantallas táctiles gráficas: la gama de DELTA ofrece pantallas táctiles gráficas, muy útiles para mejorar la automatización y llevar un control en su producción.

A continuación, se presenta en la Tabla 22, las especificaciones del PLC Delta DVP32ES00T que fue adquirido para realizar la programación de nuestro proyecto.

**Tabla 4-22.** Características del PLC Delta DVP32ES00T y denominación.

PLC DELTA DVP32ES200T	
Fuente de alimentación	100 - 240 Vac
Modo de salida	Relay
Entradas	16
Salidas	16
Modelo	DVP32ES200T
Velocidad de ejecución	0.35 µs

Realizado por: Lascano C., Costales P.

Para la selección del PLC utilizamos los catálogos DELTA de la serie ES2/EX2 PLC, que se encuentran adjuntos en el Anexo H Catálogo para la selección del PLC Delta DVP32ES200T.

La Figura 77, ilustra el PLC Delta que fue adquirido para la ejecución del proyecto.



**Figura 4-77.** PLC DELTA DVPES200T.

Fuente: Lascano C., Costales P.

Como se puede observar en la Figura 27, el PLC Delta se muestra con 18 IN y 18 OUT que son las necesarias y suficientes para la elaboración de nuestro sistema que será instalado en la Planta de Extracción de leche de la Estación Experimental Tunshi ESPOCH.

### 4.3.16. Resumen del análisis estático del SolidWorks.

#### 4.3.16.1. Especificaciones de Acero ASTM A36.

Es un acero estructural al carbono, utilizado en construcción de estructuras metálicas, puentes, torres de energía, torres para comunicación y edificaciones remachadas, atornilladas o soldadas, herrajes eléctricos y señalización.

La Figura 28, ilustra los componentes de la colada para la fabricación del Acero ASTM A36.

Carbono (C)	0,26% máx
Manganeso (Mn)	No hay requisito
Fósforo (P)	0,04% máx
Azufre (S)	0,05% máx
Silicio (Si)	0,40% máx
* Cobre (Cu)	0,20% mínimo

**Figura 4-78.** Composición de la colada para ASTM A36.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

#### 4.3.16.2. Propiedades del Acero ASTM A36.

La Figura 29, nos muestra las propiedades mecánicas del A36 con una densidad de 7850kg/m<sup>3</sup>.

Límite de fluencia mínimo		Resistencia a la Tracción			
Mpa	Psi	Psi		Mpa	
		Min	Máx	Min	Máx
250	36000	58000	80000	400	550

**Figura 4-79.** Límites de tracción y fluencia en Aceros ASTM 36.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

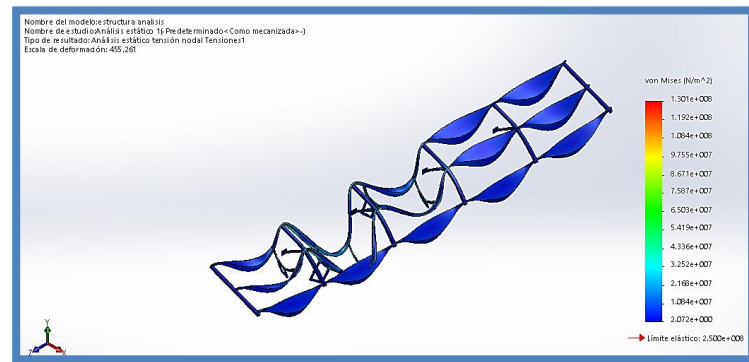
El acero A36 se produce en una amplia variedad de formas, que incluyen: planchas, perfiles estructurales, tubos, láminas.

Métodos de unión para el ACERO ASTM36:

Las piezas hechas a partir de acero A36 son fácilmente unidas mediante casi todos los procesos de soldadura. Los más comúnmente usados para el A36 son los menos costosos y rápidos como la Soldadura por arco metálico protegido (SMAW, Shielded metal arcwelding), Soldadura con arco metálico y gas (GMAW, Gas metal arc welding), y soldadura oxiacetilénica. El acero A36 es también comúnmente atornillado y remachado en las aplicaciones estructurales: edificios, puentes, torres, etc.

#### 4.3.16.3. Estudio de tensiones con el criterio de Von Mises.

El criterio de von Mises, es un criterio de resistencia estática, aplicado a materiales dúctiles, según el cual, el material no fluirá en el punto analizado, dándonos así una tensión mínima de  $2.07181 \text{ N/m}^2$ , localizada en casi toda la estructura metálica, esto nos quiere decir que las cargas expuestas a esta estructura pueden ser soportadas sin inconvenientes.

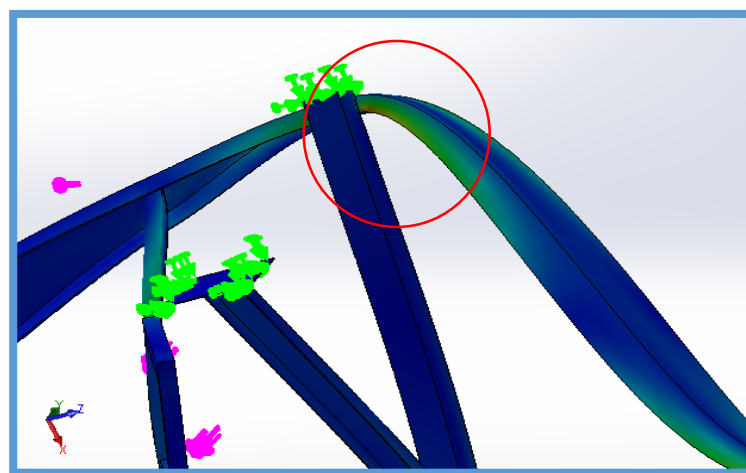


**Figura 4-80.** Representación del esfuerzo mínimo.

Fuente: Lascano C., Costales P.

En la Figura 30, se muestra la representación del esfuerzo mínimo que está situado en casi toda la estructura metálica, con esto podemos concluir que la estructura puede soportar sin inconvenientes las carga.

La tensión máxima de  $1.30068 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ , se encuentra localizada en la unión entre la correa superior del techo con la viga de apoyo, donde las cargas de la gravedad, techo y la banda, producen un momento cortante que afecta al material.

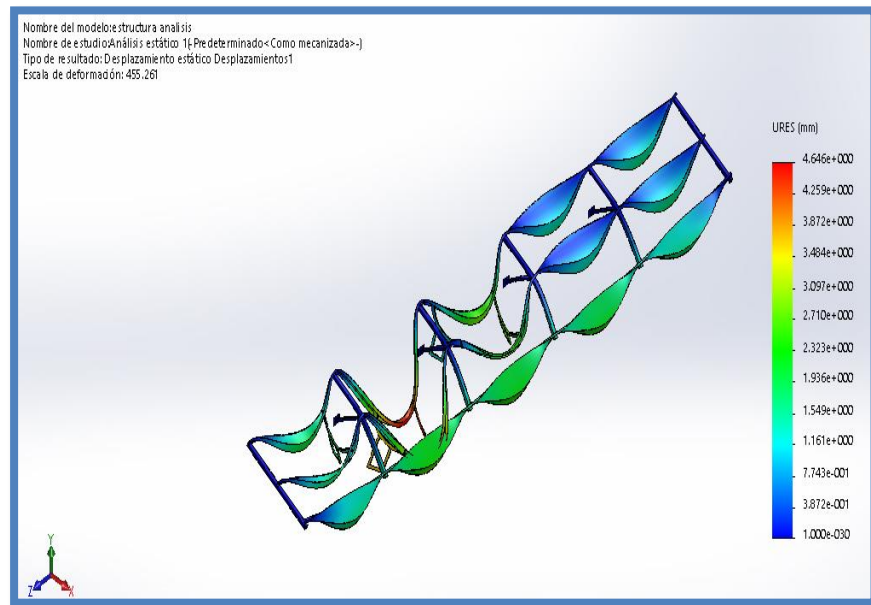


**Figura 4-81.** Representación de la tensión máxima.

Fuente: Lascano C., Costales P.

#### 4.3.16.4. Estudio de desplazamiento de la estructura.

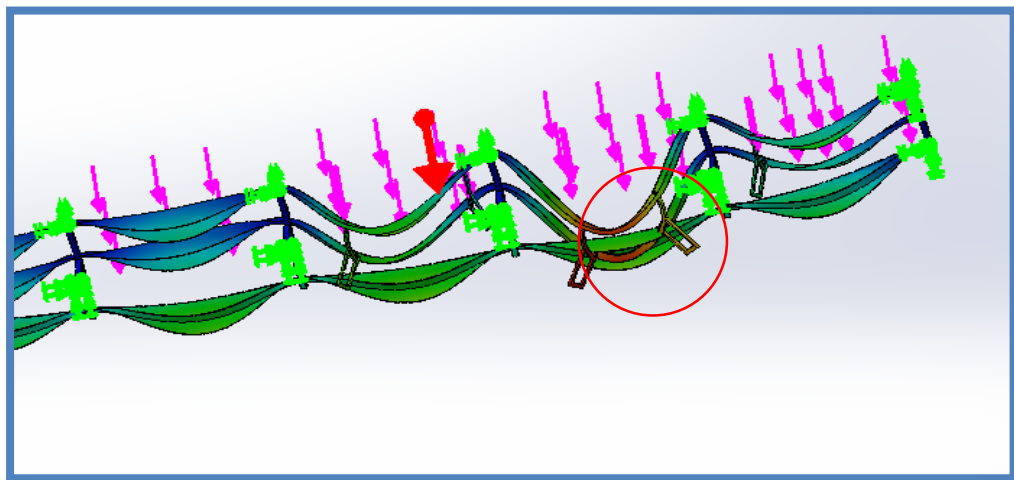
Tenemos un desplazamiento mínimo de 0 mm, ubicado en casi toda la estructura y un desplazamiento máximo de 4.64583 mm, localizado en la correa superior donde está el peso central de la banda, esto nos quiere decir que los desplazamientos provocados son lo suficientemente pequeños como para que no exista rigidez en la estructura.



**Figura 4-82.** Representación del desplazamiento mínimo.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

En la Figura 32, se puede observar el análisis del SolidWorks para el desplazamiento mínimo con 0.00 milímetros.



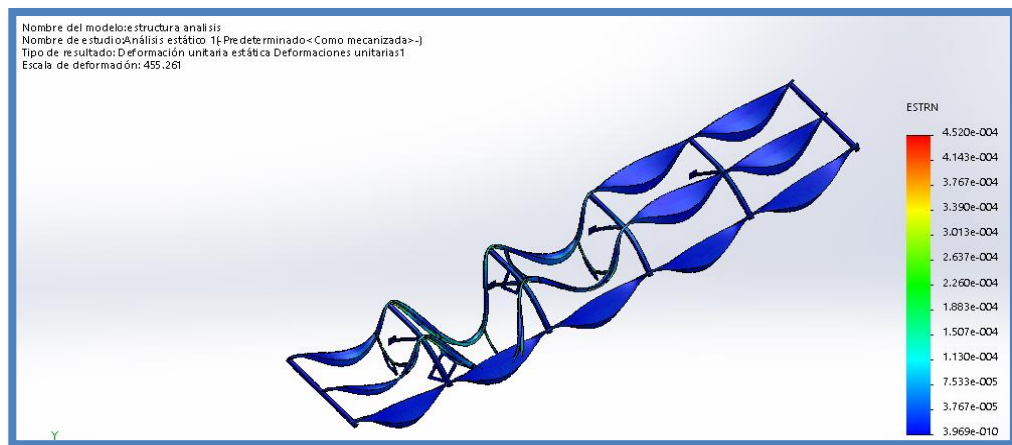
**Figura 4-83.** Representación de desplazamiento máximo.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

La Figura 33, nos muestra la representación del desplazamiento máximo con 4.64583 milímetros.

#### 4.3.16.5. Estudio de deformaciones unitarias.

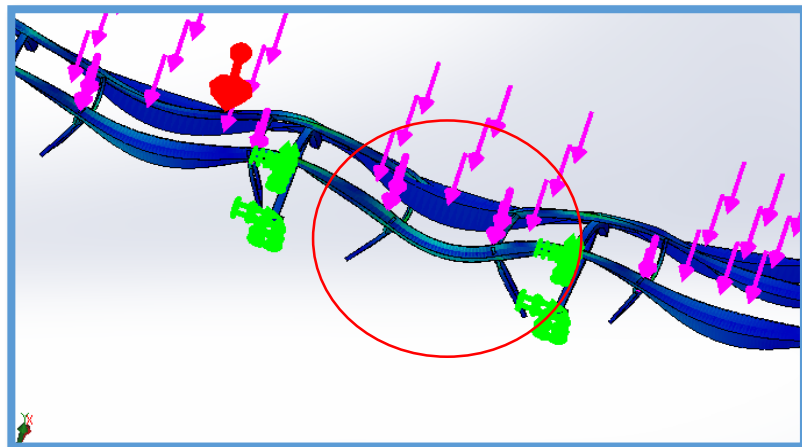
Deformación unitaria es la proporción de cambio de longitud, la deformación mínima  $3.9693 \times 10^{-10}$  localizado en casi toda la estructura, esto nos dice que en cada elemento se encuentra una diferencia mínima en la longitud total. La deformación máxima  $0.00045199$  ubicada en donde está la carga máxima de la banda transportadora, dándonos así una deformación en las correas donde se encuentra sujeta la cinta transportadora.



**Figura 4-84.** Representación de la deformación mínima.

Fuente: Lascano C., Costales P.

La Figura 34, nos muestra la representación de la deformación mínima con  $3.9693 \times 10^{-10}$  localizado en casi toda la estructura.



**Figura 4-85.** Representación de la deformación máxima.

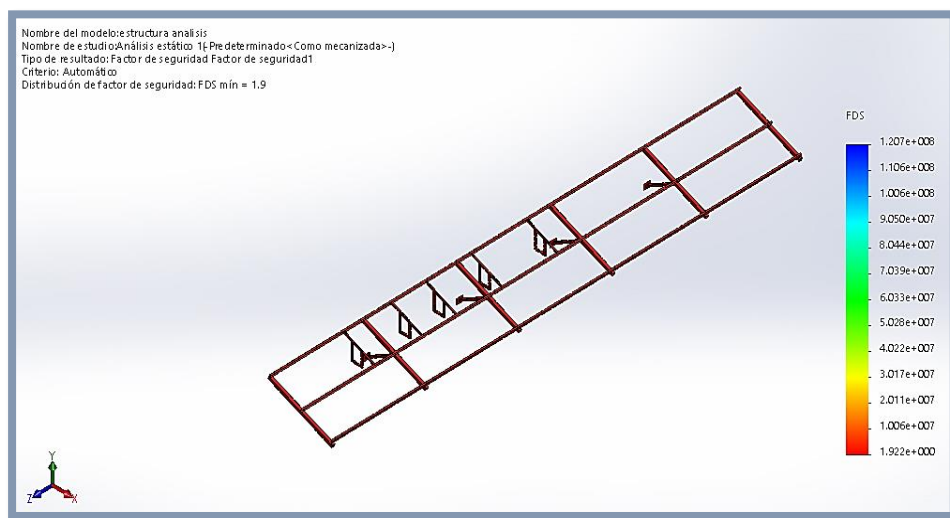
Fuente: Lascano C., Costales P.

La Figura 35, nos muestra la representación de la deformación máxima con 0.00045199 ubicada en donde está la carga máxima de la banda transportadora.

#### 4.3.16.6. Estudio del factor de seguridad.

- Un factor de seguridad inferior a 1.0 en una ubicación significa que el material que se encuentra en esa ubicación ha fallado.
- Un factor de seguridad de 1.0 en una ubicación significa que el material que se encuentra en esa ubicación ha empezado a fallar.
- Un factor de seguridad superior a 1.0 en una ubicación significa que el material que se encuentra en esa ubicación es seguro.

Con estos criterios podemos analizar el factor de seguridad que nos arroja el análisis en SolidWorks, con un factor de seguridad mínimo 1.92208 localizado en toda la estructura nos quiere decir que la misma estructura es capaz de soportar el 92% más de su peso establecido. Y el factor de seguridad máximo de  $1.20667 \times 10^8$  que llegara a soportar la estructura.



**Figura 4-86.** Estudio del factor de seguridad de la estructura.

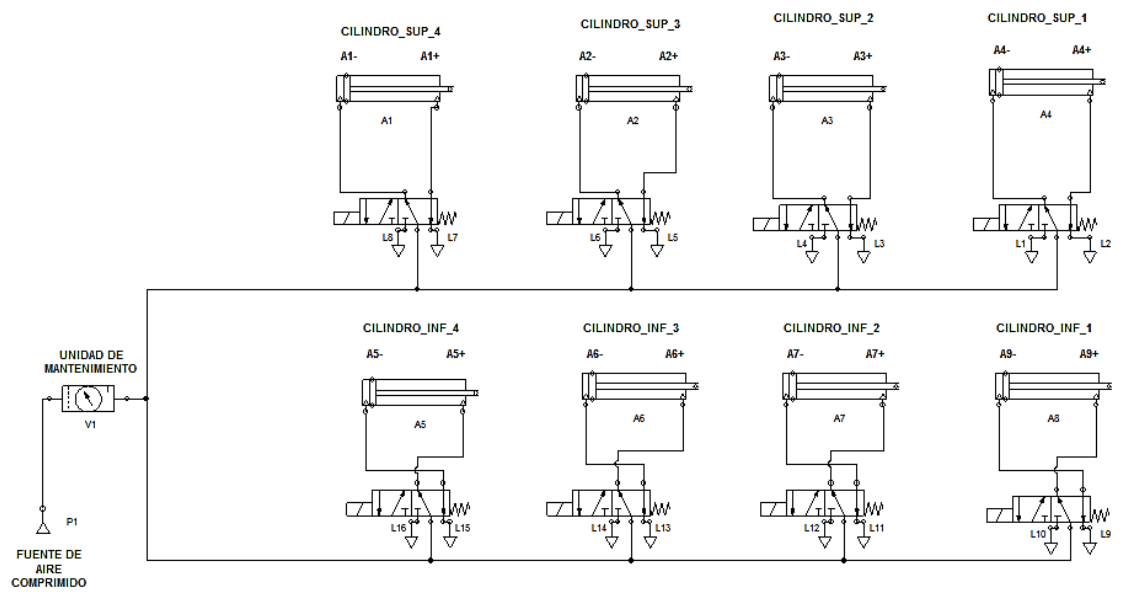
**Fuente:** Lascano C., Costales P.

La Figura 36, nos muestra la representación para el análisis del factor de seguridad que tiene nuestra estructura.

#### 4.3.17. Esquema neumático y eléctrico.

Estos esquemas fueron realizados en el en Automation, el propósito fue determinar si las posibles conexiones realizadas son correctas, y los elementos adquiridos fueron los adecuados.

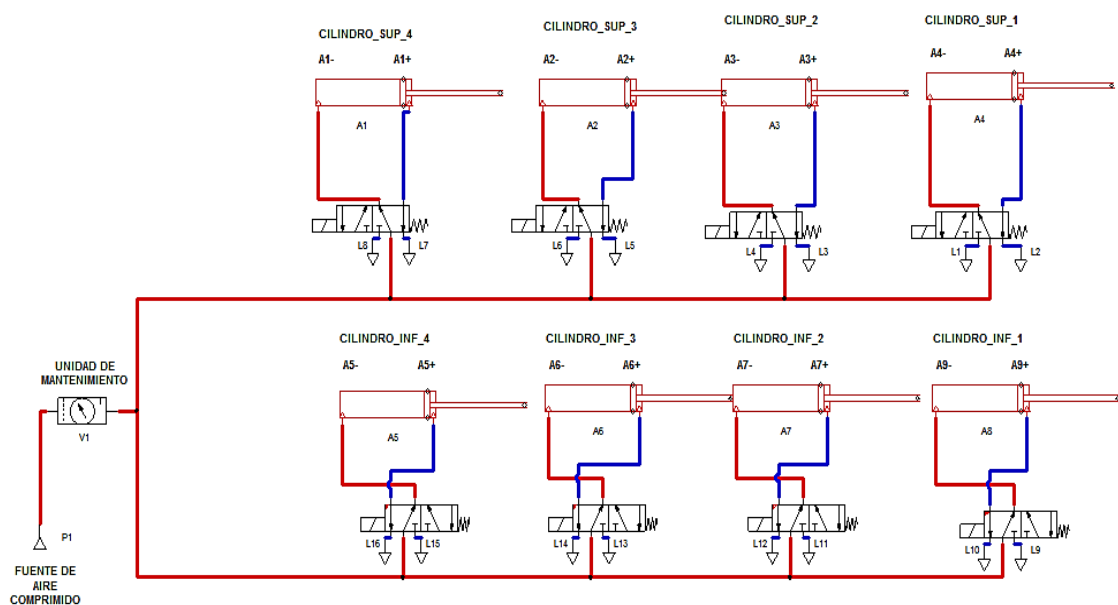
Esta simulación fue muy importante para poder realizar la construcción e implementación de nuestro sistema de transporte y dosificación del alimento, ya que esto nos indica lo acertado que fuimos en el diseño previo.



**Figura 4-87.** Esquema neumático.

Fuente: Lascano C., Costales P.

La Figura 37, nos muestra el esquema de conexión de todos los elementos neumáticos que forman parte de nuestro sistema de transporte y dosificación de alimento.

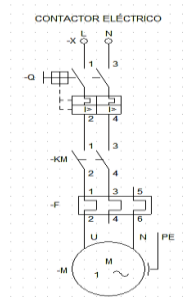


**Figura 4-88.** Esquema neumático simulado.

Fuente: Lascano C., Costales P.



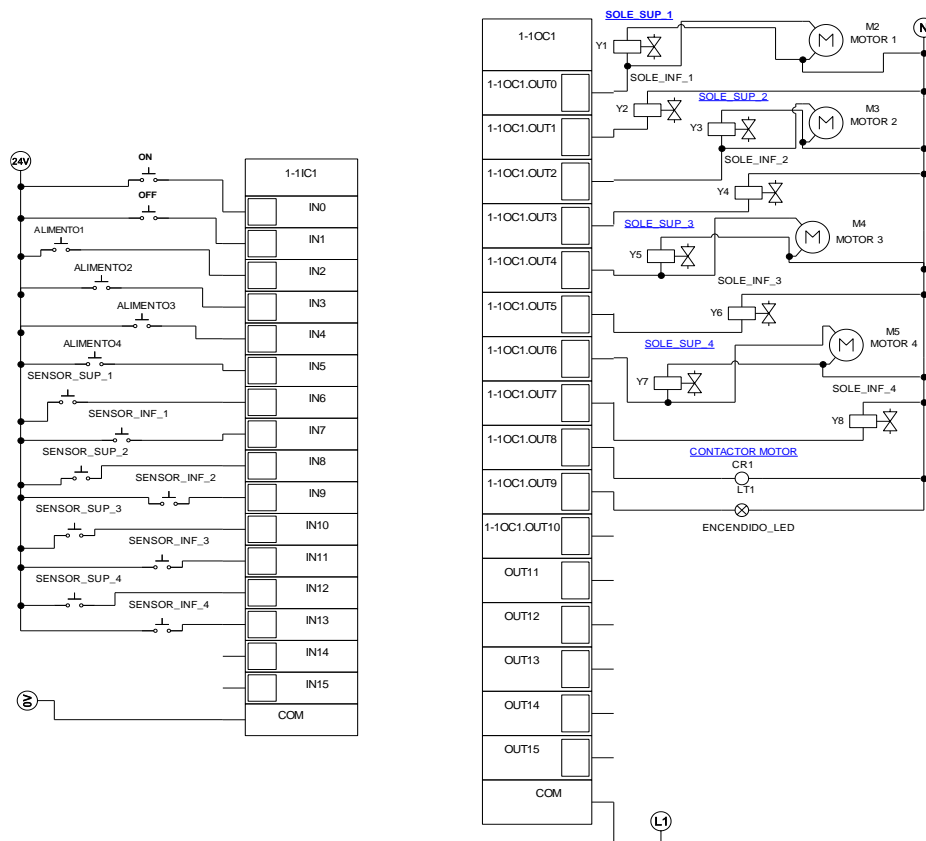
En la Figura 38, se observa el esquema de conexión de todos los elementos neumáticos que forman parte de nuestro sistema de transporte y dosificación de alimento, funcionando de forma correcta dentro de la simulación.



**Figura 4-89.** Esquema eléctrico contactor.

Fuente: Lascano C., Costales P.

La Figura 39, ilustra el esquema de conexión eléctrico del contactor del motor de la banda transportadora.

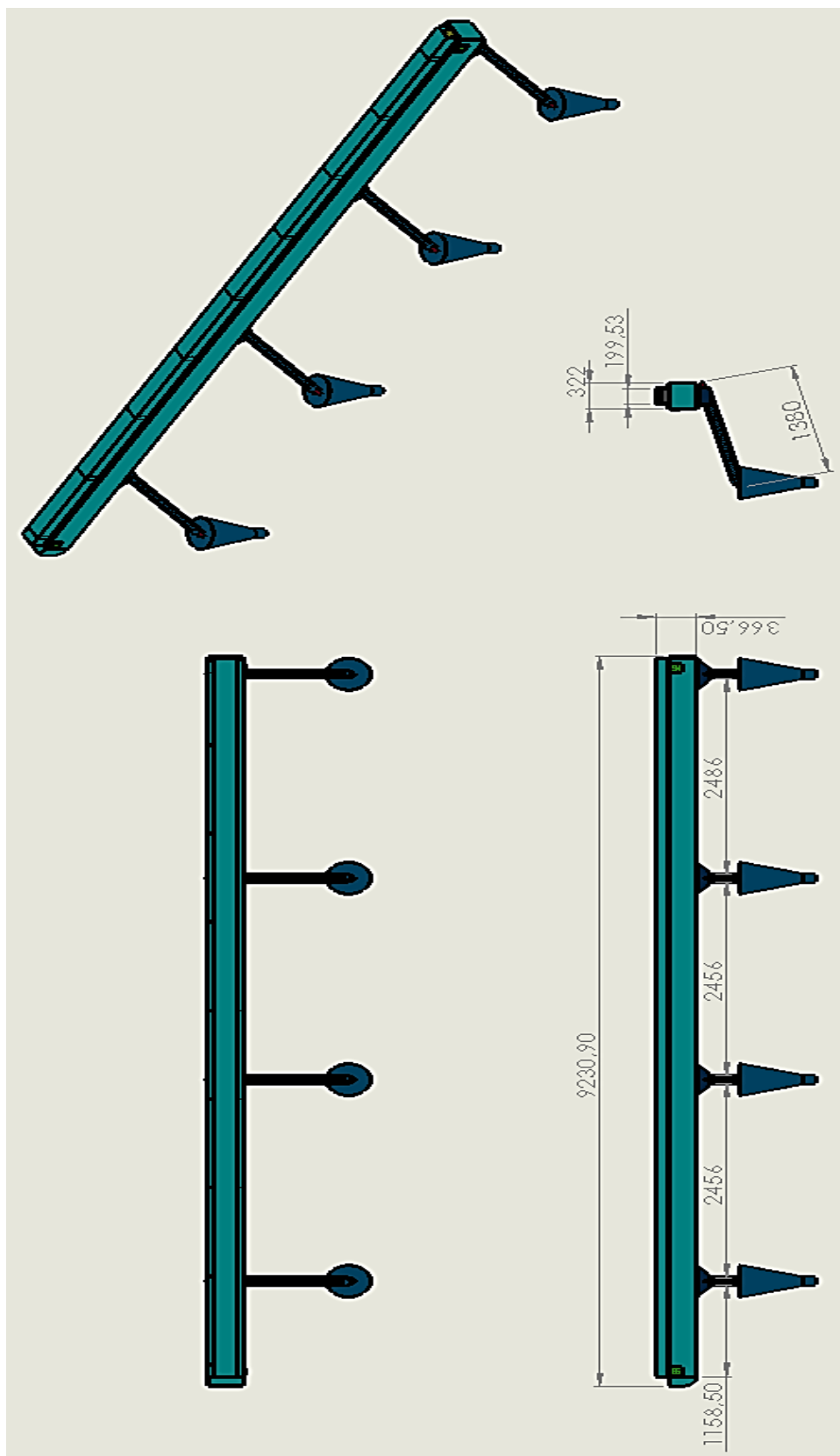


**Figura 4-90.** Esquema eléctrico del PLC.

Fuente: Lascano C., Costales P.

En la Figura 40, se observa el esquema eléctrico de nuestro sistema de transporte y dosificación de alimento al ganado bovino.

4.3.18. *Diseño completo del sistema de transporte y dosificación de alimento.*



**Figura 4-91.** Diseño completo del sistema de transporte y dosificación de alimento.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

#### 4.4. Construcción del equipo.

##### 4.4.1. Parte mecánica.

1. Primero se realizó los cálculos pertinentes y una selección de elementos en el mercado local que se utilizaran en ensamble de banda transportadora y que han sido detallados en los capítulos anteriores.

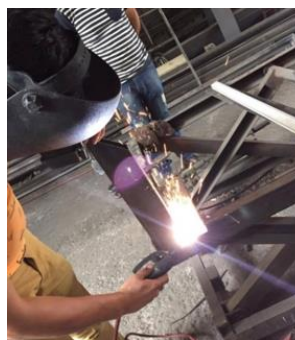
2. Se utilizó vigas U de 250mm x 50mm y 3mm de espesor, por el tamaño de longitud y el esfuerzo de expansión que va a soportar el mismo, se cortó una viga de 3m para previamente ser soldada a cada viga de 6m y obtener así 2 elementos con un total de 9m de longitud cada uno.



**Figura 4-92.** Construcción de la estructura con los perfiles "U".

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

En la Figura 42, se puede observar el corte de los perfiles "U" para la construcción de la estructura de nuestro sistema.



**Figura 4-93.** Construcción de la estructura de perfiles "U".

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

3. Para realizar el perforado en las vigas se utilizó las chumaceras SKF E2 con su respectivo rodamiento de diámetro del eje de 20mm, en un extremo se realizó 4 agujeros de ½pulg donde se colocará el tambor motriz es la encargada de transmitirle la potencia y el movimiento al sistema

por medio de la fricción. En el extremo opuesto se perforo 4 ranuras rectas de ½pulg, donde se colocará el tambor de reenvío, para así poder realizar el templado pertinente más adelante.



**Figura 4-94.** Perforación de agujeros de 1/2 pulg.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

La Figura 44, muestra los agujeros que fueron realizados para colocar el tambor motriz encargado de transmitir la potencia y el movimiento al sistema.



**Figura 4-95.** Ranurado para el templado de la banda.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

4. Los rodillos fueron realizados a base de un eje de acero de transmisión de 20 mm, con una manzana de diámetro exterior de 102 mm unidos a un tubo de la misma dimensión de espesor 3 mm. En los cuales los extremos serán los asentamientos para dar movimiento a la banda transportadora, tanto como para el tambor de accionamiento y al tambor de reenvío. Con esto obtenemos una longitud de 18204 mm de recorrido de la banda.



**Figura 4-96.** Rodillos.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

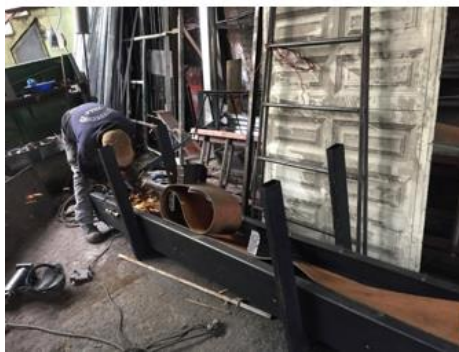
5. Una vez obtenida la medida en donde será instalada la cinta, se procede a realizar unas ranuras opuestas en los extremos de la cinta que servirán como destaje, luego colocaremos cemento de contacto en las ranuras a ser juntadas, para luego de un tiempo proceder a grapar y obtener mayor seguridad en su unión.



**Figura 4-97.** Cinta transportadora montada.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

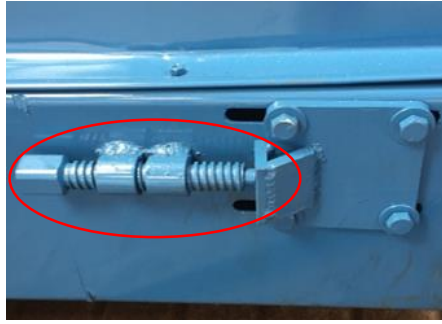
6. Se cortó 3 tubos redondos de  $\frac{3}{4}$  pulg, que servirán como tambores tensores además se colocó en la parte inferior de la banda para poder templar y reducir el resbalamiento entre la cinta y el tambor de accionamiento.



**Figura 4-98.** Colocación de los tambores de accionamiento.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

7. Los templadores son pernos tensores que ayudaran a extender la cinta incluida los tambores y las chumaceras, estos son fabricados de acero de transmisión con paso 4 y con diámetro de tornillos, tuerca de  $\frac{3}{4}$ pulg.



**Figura 4-99.** Pernos tensores.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

8. Se comenzó a ensamblar los elementos, para eso se realizó unas “U” con una medida interna de 322 mm, utilizando tubo rectangular de 80x40x2 mm, para poder sujetar todos los elementos y posterior a eso asegurar la banda en la estructura del techo.



**Figura 4-100.** Corte de los soportes en "U".

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

En la Figura 50, se muestra el corte de los tubos rectangulares para realizar el ensamblado de los elementos de nuestro sistema y asegurarlos al momento de la instalación.



**Figura 4-101.** Ensamble de los perfiles "U" de soporte.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

9. Se procede a construir los cangilones con Tol negro de 1.1 mm, se necesitarán 18 cangilones. Los cangilones son de 180mm de ancho 115mm de alto y de fondo 60 mm con inclinación de 2 grados para evitar atascamiento. Tienen una perforación de ¼pulg en la parte inferior para sujeción con la banda.



**Figura 4-102.** Corte de los cangilones.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

En la Figura 52, se ilustra el corte del tol negro con la cizalla para construir los 18 cangilones que serán los encargados de realizar el transporte del alimento.



**Figura 4-103.** Doblado de los cangilones.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

La Figura 53, muestra el doblado del tol negro para proceder a dar forma a los cangilones de nuestro sistema de transporte.



10. Se aseguró los elementos en la estructura “U”, la viga “U”, chumaceras, rodamientos tambor motriz, tambor de reenvió, la banda, tambores tensores y los pernos templadores.



**Figura 4-104.** Asegurado de los elementos en la estructura "U".

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Se puede observar en la Figura 54, como se van asegurando cada uno de los elementos que forman parte de nuestro sistema mecánico del transporte y dosificación de alimento.



**Figura 4-105.** Ubicación de elementos ensamblados.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

11. Se procede templar los elementos que están sujetos en la banda hasta conseguir extender al 100% la cinta, con esto debe existir una fricción lo suficientemente fuerte para que no patine la banda al activarse el motor.





**Figura 4-106.** Templado de elementos.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

12. Con el Tol negro de 1.1 mm, se procede a realiza la tapa superior y la tapa inferior, para previamente ser colocadas y sujetas con pernos de  $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4}$ pulg.



**Figura 4-107.** Ubicación de la tapa superior.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

13. Una vez construidas y ensambladas todas las partes de la banda, se procedió a realizar un tratamiento superficial a los elementos que se encuentran en contacto con el balanceado, utilizando pintura sintética para evitar cambios en la composición del balanceado y evitar la proliferación de bacterias.



**Figura 4-108.** Cubierta con pintura.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

14. La instalación del motor se realizó a la conexión de 110 voltios, en extremo izquierdo del eje del tambor motriz, sujeto a una platina de 4 mm como base.



**Figura 4-109.** Motor de accionamiento.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

15. Montaje de la banda transportadora, primero se realizó las medidas adecuadas en donde encajaba la banda, luego se montó una estructura tipo burro para que soporte el peso, poder tener estabilidad, nivelar y coger unos puntos de suelda del armazón de la banda a la estructura del techo. Luego de examinar que todo el sistema esté cuadrado se prosigue a rematar la estructura con suelda 6011, con trabajo, esfuerzo humano, maniobras y habilidad se pudo concretar el acometido deseado.



**Figura 4-110.** Llegada del transportador a la planta de extracción de leche.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

La Figura 60, nos muestra la llegada de la banda a la Planta de Extracción de leche de la Estación Experimental Tunshi, con ayuda del personal que labora en la instalación se pudo elevar la banda sobre los burros para colocarlo en el espacio ya destinado para su ubicación.



**Figura 4-111.** Ingreso de la banda a la sección de ordeño.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Se puede observar en la Figura 61, como la banda transportadora y dosificadora de alimento ingresa dentro de la instalación de las jaulas de ordeño a los animales bovinos.



**Figura 4-112.** Colocación de la banda en el espacio dispuesto.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

En la Figura 62, se muestra como la banda transportadora está siendo colocada en el espacio que fue asignado para su funcionamiento.

16. El diseño, construcción e instalación de las tolvas de alimentación están de acuerdo a la cantidad de alimento que será el necesario para la dosificación. Con un diámetro de 400 mm en la parte superior, con diámetro de 100 mm en la parte de descarga y una altura de 690 mm, hechas con Tol galvanizado de 1.1 mm, están ubicadas en la parte posterior de las jaulas de ordeño.



**Figura 4-113.** Construcción u colocación de las tolvas.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Las tolvas encargadas de almacenar el alimento se muestran en la Figura 63 con las dimensiones que ya han sido especificados anteriormente.



**Figura 4-114.** Instalación de las tolvas de almacenamiento.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

La Figura 64, nos muestra la instalación de las tolvas de almacenamiento de alimento limitándonos a las dimensiones de la instalación de las jaulas de ordeño.

17. El sistema de dosificación se encuentra montado en la parte inferior de la tolva de alimentación, sujetas a las jaulas del ganado. El sistema está hecho con una base de ángulo de  $\frac{1}{2}$  pulg y una platina  $\frac{3}{4} \times \frac{1}{8}$  pulg, sobre ello está un pedazo de Tol galvanizado de 1.1 mm adaptadas a un cilindro 20x7.5 mm que servirá como una compuerta.



**Figura 4-115.** Construcción de los dosificadores.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

En la Figura 65, se observa la elaboración de los dosificadores inferiores de alimento que se encuentran en la parte inferior de las tolvas de almacenamiento de alimento.



18. Una vez situada la estructura, se tomó medidas en dirección a las tolvas de almacenamiento para realizar los agujeros de 250 x 150 mm en la parte inferior del Tol, con unos puntos de suelda colocamos un canal e instalamos las compuertas de apertura y cierre, sujetas al cilindro.



**Figura 4-116.** Perforaciones para salida del alimento de la banda.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

19. Medimos la distancia entre la tolva de almacenamiento y las compuertas para el diseño y construcción del sistema de tornillo sin fin. Para la realización del tornillo sin fin, analizamos el espacio disponible, y método de sujeción a la banda transportadora. Nuestro tornillo sin fin va a tener un diámetro exterior de 90 mm, el eje de 20 mm y un paso de 25 mm, para el cual se utilizó tol galvanizado de 1.1mm, hecho en forma de rosquilla, para previamente ser unidas una a una con puntos de suelda, dándonos así unas 40 revoluciones para cada tornillo con una distancia 1000 mm, para la sujeción al eje se utilizó remaches de 1/8 pulg, para evitar que se pandee el eje, si este es unido mediante soldadura.



**Figura 4-117.** Tornillo sin fin.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

En la Figura 67, se puede observar la ubicación del tornillo sin fin para la bajada del alimento desde la banda transportadora hacia cada una de las tolvas de almacenamiento.

20. Se diseñó y construyó una tolva la cual servirá para recepción del balanceado, sujeción del tubo con el tornillo sin fin y soporte del motor, por este sistema se transportará el balanceado de la banda a la tolva de recepción de alimento.



**Figura 4-118.** Construcción de las tolvas de precargar.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Se instaló el sistema de tornillo sin fin sujetas a la banda con tornillos auto-perforantes M2 de 8x3/4 pulg.



**Figura 4-119.** Autoperforantes

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

La Figura 69, muestra los tornillos auto perforantes que fueron utilizados para la instalación de los tornillos sin fin.



**Figura 4-120.** Montaje del tornillo sin fin a la banda.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

22. Una vez instalado todo el sistema de la banda y el tornillo sin fin, procedimos a darle un acabado externo, con pintura esmalte de color azul cobalto.



**Figura 4-121.** Pintado de la banda transportadora.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

#### **4.4.2. Ubicación de los elementos eléctricos y neumáticos.**

1. Antes de instalar los elementos se procede a colocar los racores y silenciadores con ayuda de teflón en las electroválvulas y en los cilindros, esto nos permite evitar que escape el aire a presión en cada uno de los elementos neumáticos.

2. Para esto lo primero que se instaló fue el tablero de control de mando, los equipos de accionamiento y actuadores.



**Figura 4-122.** Ubicación del tablero de control.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

En la Figura 72, podemos observar la instalación de la caja de control y mando que a su vez sirve para la protección de todos los elementos eléctricos y electrónicos de nuestro sistema.



**Figura 4-123.** Ubicación de los pulsadores.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

La Figura 73, muestra la instalación de los pulsadores de mando que activan la dosificación del alimento en cada uno de los comederos de las cuatro jaulas de ordeño.



**Figura 4-124.** Ubicación de los dosificadores y botoneras.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

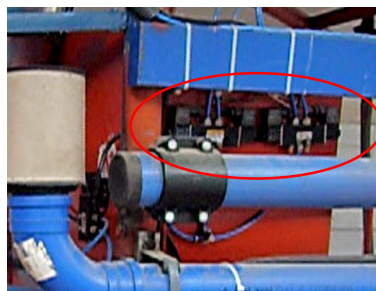
En la Figura 74, se ilustra el lugar donde fue instalado el dosificador de alimento que es activado mediante los pulsadores, de igual forma estos existen en todas las tolvas de almacenamiento de un dosificador.



**Figura 4-125.** Ubicación de los sensores.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

La ubicación de los sensores se muestra en la Figura 75, con un nivel superior e inferior para limitar los llenados del alimento en la tolva de almacenamiento.



**Figura 4-126.** Ubicación de las electroválvulas.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.



Como se observa en la Figura 76, las electroválvulas fueron ubicada lo más cerca posible a los cilindros que realizan la dosificación y apertura de las compuertas ya que el costo de la manguera de poliuretano es muy alto.

3. En el tablero se encuentran 2 pulsadores ON (NA) y OFF (NC), con 1 luz led color verde, 1 botón de paro de emergencia, 2 contactores, 1 de 9A para activación del motor y otro de 16A para funcionamiento del compresor, 1 Programador Lógico Controlable (PLC) DELTA DVP32ES2, 1 porta fusibles, 1 fusible de 2A para el PLC, 2 barras de Línea de (+) 110V y 24V, 2 barras de neutro de (-) 110V y 24V.



**Figura 4-127.** Componentes de caja de mando.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

4. En la tolva de alimentación, se perforó dos agujeros para que ingresen los sensores capacitivos de bajo nivel y de alto nivel, para activar la dosificación del alimento se instaló 1 botonera con 1 pulsadores (NA), 1 electroválvulas 5/2 monoestables y 1 cilindro de 200x7.5mm, esto es para cada jaula de ordeño.



**Figura 4-128.** Perforación de las tolvas para colocar los sensores.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

5. En todas las compuertas de la banda se instaló 1 electroválvulas 5/2 monoestables y 1 cilindro de 200x150 mm para el llenado de las tolvas, es decir cuando se active el sensor de bajo nivel se abre la compuerta, y con la señal del sensor de alto nivel se cierra la compuerta.



**Figura 4-129.** Electroválvula y compuerta de llenado.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

6. Una vez instalado los elementos eléctricos procedemos a distribuir cable #10 para el motor y cable concéntrico 4x16 a cada uno de los elementos, las electroválvulas de las compuertas, las botoneras de accionamiento del alimento, los sensores de nivel, las electroválvulas dosificadoras.



**Figura 4-130.** Distribución del cable.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

En la Figura 80, se observa la distribución del cable para todos los elementos eléctricos de nuestro sistema.

#### 4.4.3. Conexión eléctrica y neumática.

1. Para la alimenta de la caja de control, se procedió a la caja eléctrica de la estación de ordeño, con 1 cable solido #10 para la línea positiva y otro cable #10 al contactor del motor.



**Figura 4-131.** Contactor del motor.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

2. La distribución de las mangueras de aire presurizado están repartidas de la siguiente forma:

Para las compuertas en la parte inferior de la banda lleva una manguera #10 flexible desde el compresor hasta las electroválvulas todas conectadas en serie, con una presión de 4.5Bar, las conexiones de las electroválvulas a los cilindros están con manguera #6, esto se realizó con el fin de que a los cilindros superior llegue más volumen de aire y pueda actuar con mayor eficacia.



**Figura 4-132.** Conexión electroválvulas superiores.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Para el sistema de dosificación, inicia desde el compresor a las electroválvulas, con un regulador de caudal a 2.5Bar, distribuidos con un acople de 4 salidas, esto actuar de forma independiente cada dosificador, con manguera #6 para toda la distribución del sistema.



**Figura 4-133.** Electroválvulas inferiores y dosificadores.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

La Figura 83, nos muestra la conexión de las mangueras #6 para las electroválvulas inferiores y cilindros de dosificación.

#### **4.4.4. Conexión del PLC.**

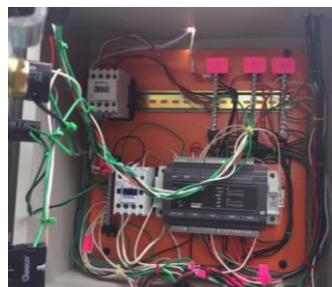
El PLC Delta es alimentado de la línea de 110V, a L en el borne de entrada (1), y sale a la línea de neutro del N en el borne de entrada (2), para energizar la línea de +24V tomamos la señal de +24V DC en el borne de entrada (5), la línea de -24V tomamos la señal de S/S en el borne de entrada (7).



**Figura 4-134.** Conexión del PLC y componentes eléctricos.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

En la Figura 84, se muestra la instalación y alimentación del PLC.



**Figura 4-135.** Caja de control y mando.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Se muestra en la Figura 85, la conexión de todos los elementos de mando de nuestro sistema al PLC dentro de la caja de protección.

Para la conexión de entradas y salidas especificaremos en la Tabla 23 las variables de nuestro sistema de transporte y dosificación del alimento a los animales bovinos:

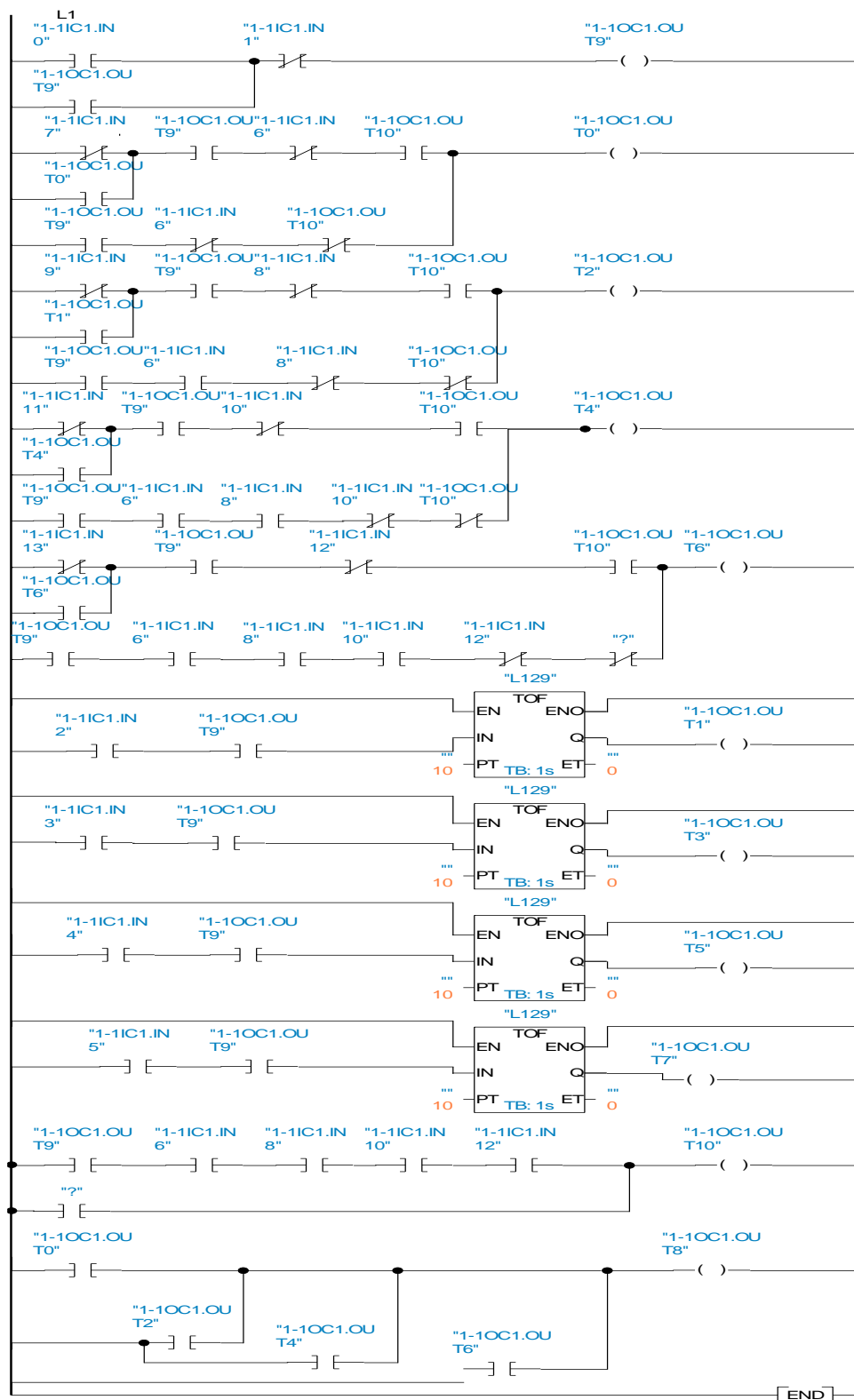
**Tabla 4-23.** Tabla de variables.

Nº	IDENTIFICADORES	DIRECCIÓN	B. DE ENTRADA	B. DE SALIDA
1	Pulsador ON verde alimento	X16	22	
2	Pulsador OFF rojo alimento	X17	23	
3	Pulsador alimento 1	X2	10	
4	Pulsador alimento 2	X3	11	
5	Pulsador alimento 3	X4	12	
6	Pulsador alimento 4	X5	13	
7	Sensor de nivel Inferior 1	X6	14	
8	Sensor de nivel Inferior 2	X10	16	
9	Sensor de nivel Inferior 3	X12	18	
10	Sensor de nivel Inferior 4	X14	20	
11	Sensor de nivel Superior 1	X7	15	
12	Sensor de nivel Superior 2	X11	17	
13	Sensor de nivel Superior 3	X13	19	
14	Sensor de nivel Superior 4	X15	21	
15	Luz verde de alimento	Y16		24
16	Contactor Motor	Y17		25
17	Cilindro Inferior 1	Y5		13
18	Cilindro Inferior 2	Y10		17
19	Cilindro Inferior 3	Y12		19
20	Cilindro Inferior 4	Y14		22
21	Cilindro Superior 1	Y7		15
22	Cilindro Superior 2	Y11		18
23	Cilindro Superior 3	Y13		20
24	Cilindro Superior 4	Y15		23

**Realizado por:** Lascano C., Costales P.

Con referencia en el cuadro de variables anterior procedemos a realizar la conexión en el como muestra la figura siguiente:

#### 4.4.4.1. Simulación de la programación del Controlador Lógico Programable.

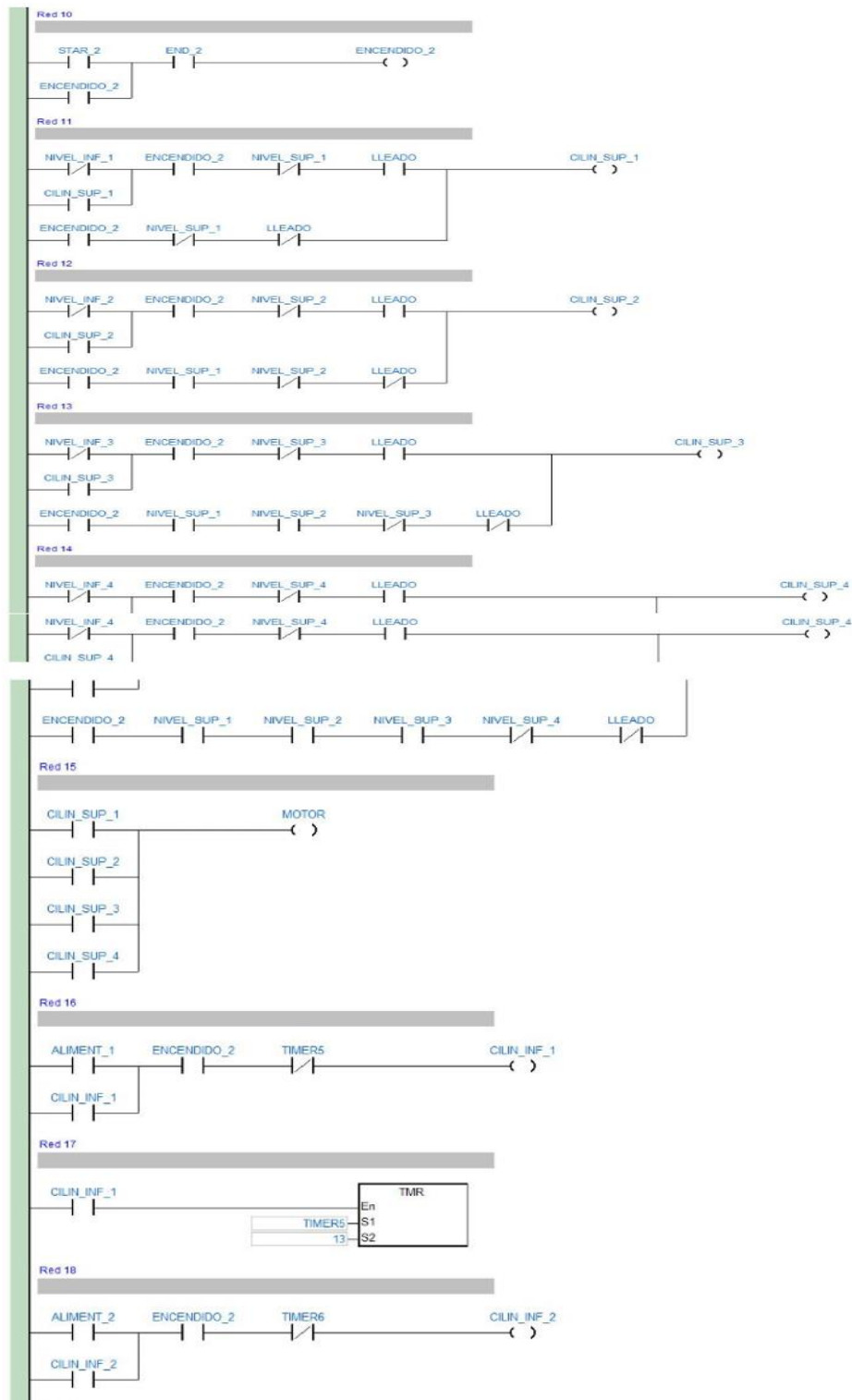


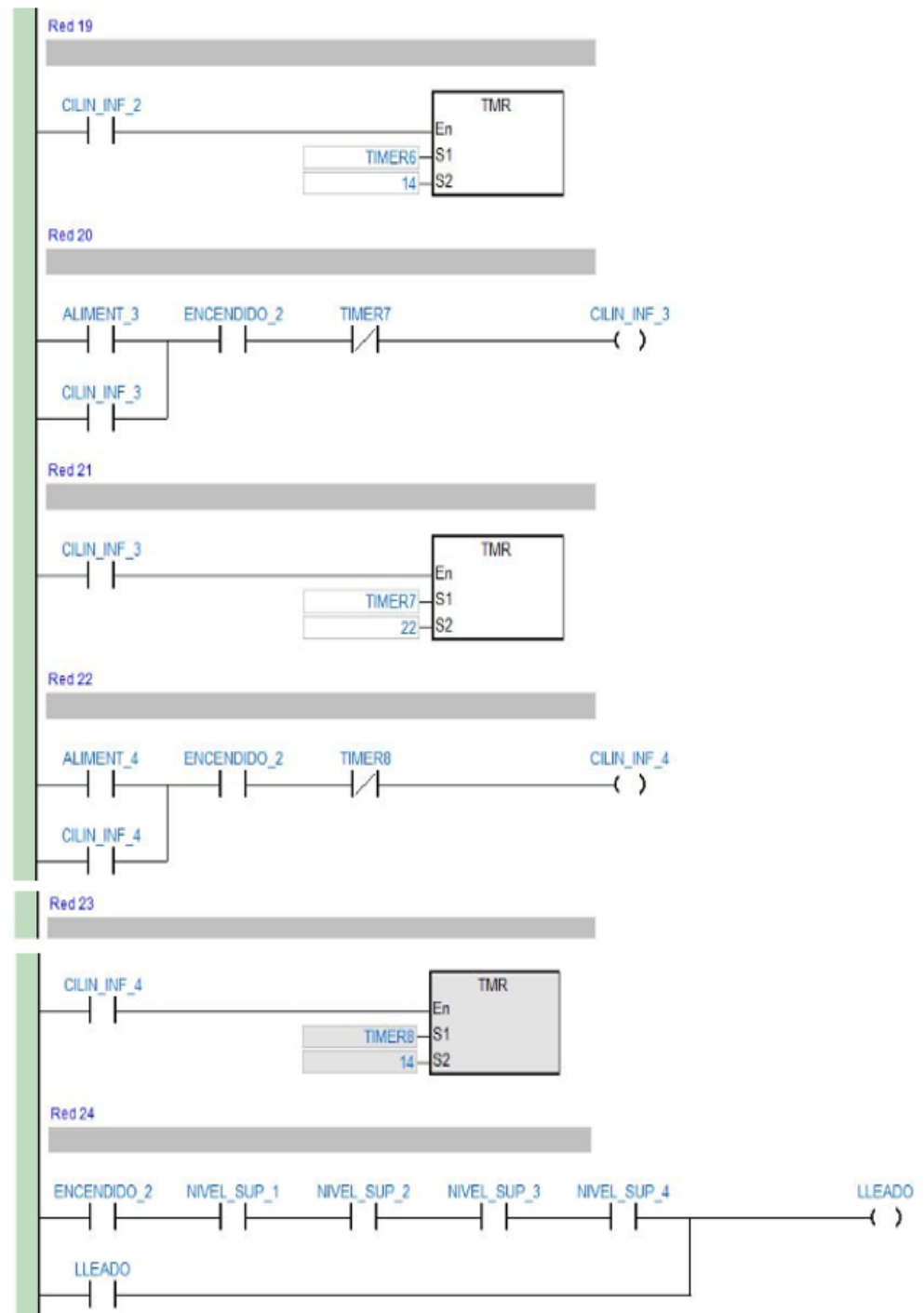
**Figura 4-136.** Simulación del sistema en Automation Studio.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

#### 4.4.4.2. Programación del PLC Delta.

La programación del PLC Delta se realizó en el programa COMMGR V1.07 y se ilustra en la Figura 87.





**Figura 4-137.** Programación PLC Delta.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Con la programación del PLC Delta se debe a continuación realizar la interfaz para la transferencia de datos con ayuda del programa de conexión WPLSoft2.12 que se encuentra de libre acceso en la red.



#### 4.4.4.3. Interfaz de PLC Delta.

Para comenzar la comunicación al PLC con la programación que se realizó debemos seguir los siguientes pasos que se detallan a continuación:

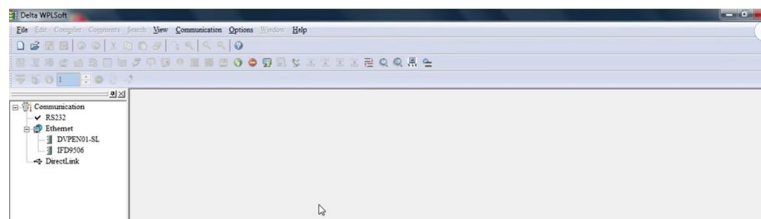
1. Una vez que se concluye la programación que se ilustra en la Figura 136, procedemos a abrir el programa WPLSoft2.12 de comunicación, como antes ya mencionamos este software se encuentra totalmente libre en la red.



**Figura 4-138.** Apertura del programa WPLSoft2.12.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

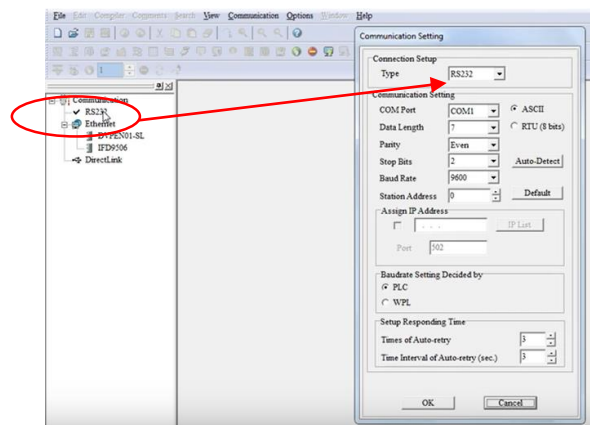
2. Luego que el programa se abre tenemos una pantalla de inicio como se ilustra a continuación:



**Figura 4-139.** Pantalla de inicio del WPLSoft2.12.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

3. Una vez que tenemos el programa abierto, vamos a definir el tipo de comunicación que en nuestro caso es RS232 y lo seleccionamos de la siguiente manera:

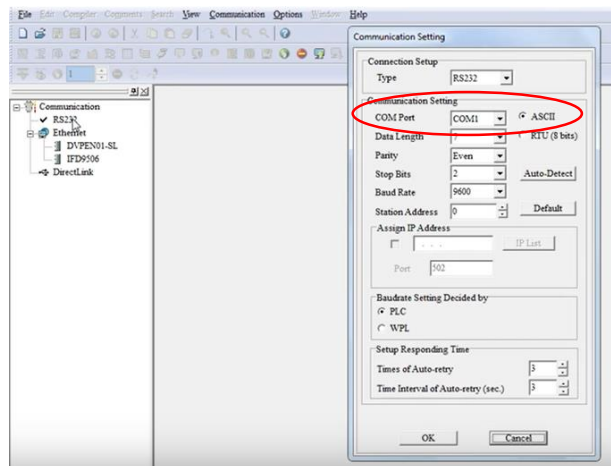


**Figura 4-140.** Selección del tipo de comunicación.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

En la Figura 90, podemos observar el ícono en donde vamos a establecer el tipo de comunicación RS232.

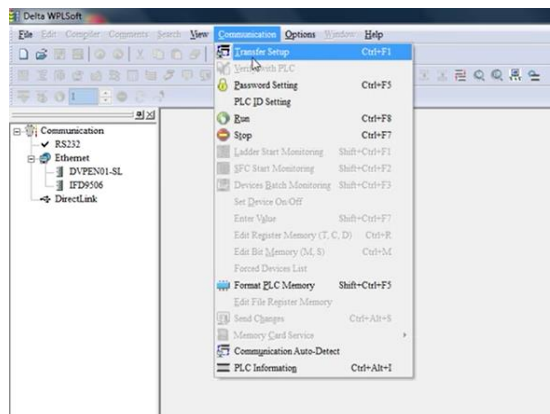
Dentro del mismo cuadro de dialogo tenemos también la opción de elegir el puerto de conexión que está definido por COM Port y ASCII, los cuales no debemos modificar ya que nuestro PLC ya está conectado con el mismo tipo de entrada que nos aparece por defecto al seleccionar la comunicación RS232.



**Figura 4-141.** Selección del puerto de conexión.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

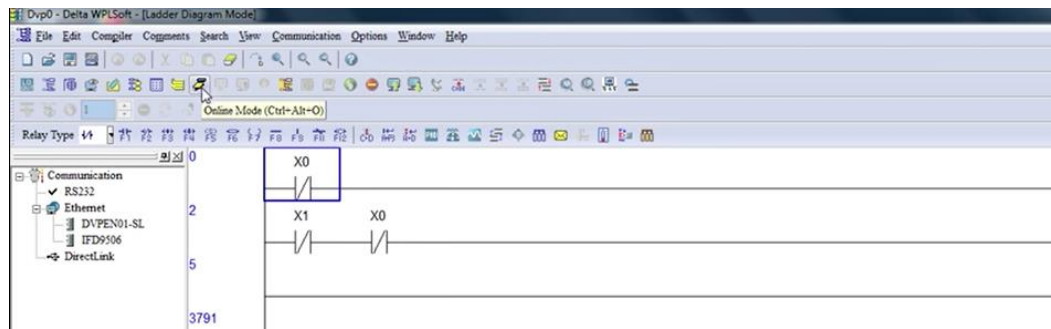
4. Cuando ya se ha establecido el tipo de comunicación y el puerto podemos comenzar a cargar la programación hacia el PLC dirigiéndonos al ícono “Communication” y seleccionando la opción “Transfer setup”.



**Figura 4-142.** Selección del Transfer setup.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Como se observa en la Figura 92, se ha seleccionado el transfer setup para comenzar a transferir los datos de programación hacia el PLC.

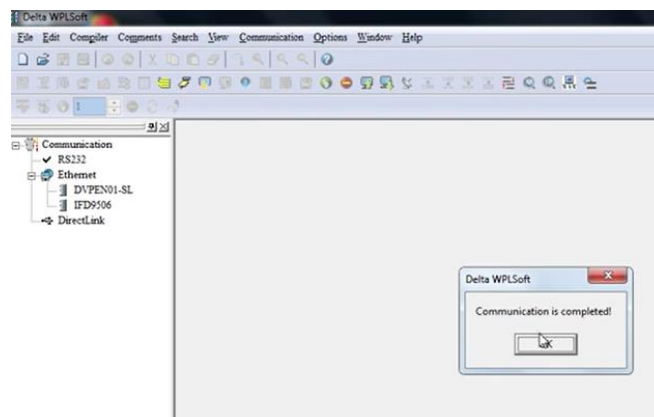


**Figura 4-143.** Transferencia de datos hacia el PLC Delta.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

La Figura 93, nos muestra que de a poco se va cargando nuestra programación hacia el PLC con la comunicación RS232.

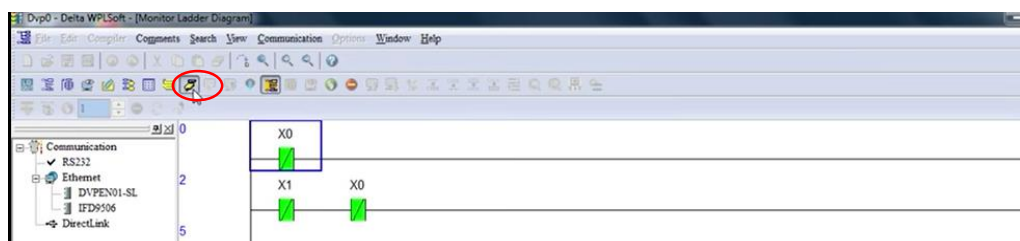
5. Una vez que tenemos la programación completa cargada en el PLC, aparecerá un cuadro de dialogo con un mensaje.



**Figura 4-144.** Cuadro de diálogo con operación de comunicación completa.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

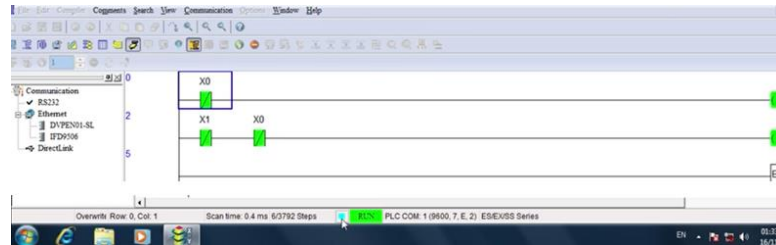
6. Con la programación cargada en nuestro PLC procedemos a realizar el corrido del programa con el ícono “Run”:



**Figura 4-145.** Corrido del programa cargado en el PLC.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

7. Para verificar que el programa cargado se ejecute correctamente, observamos en la parte inferior de la pantalla del programa una luz parpadeante color verde, la cual si está activa el programa se cargó con éxito caso contrario está incorrecto.



**Figura 4-146.** Programación cargada y ejecutada con éxito.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Cuando ya el programa se ha cargado por completo y ejecutado con éxito procedemos a realizar las pruebas correspondientes que se detallan a continuación.

#### **4.5. Pruebas y funcionamiento.**

Para realizar las debidas pruebas de funcionamiento de nuestro sistema luego de la construcción e implementación se realizó de la siguiente manera:

##### **4.5.1. Prueba del sistema ensamblado.**

Una vez que el sistema está totalmente ensamblado se realizaron las debidas pruebas de funcionamiento antes de ser instalado para corroborar su funcionamiento adecuado.



**Figura 4-147.** Funcionamiento antes de su instalación.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Luego de poner en marcha el sistema antes de su instalación procedemos a las siguientes pruebas de funcionamiento en la planta de ordeño con el sistema totalmente instalado.

#### **4.5.2. Prueba sin presencia del ganado.**

Para realizar las pruebas sin los animales bovinos, nos tomamos un tiempo en la mañana después del ordeño para poner en marcha nuestro sistema, y verificamos que efectivamente todo funcionaba correctamente a lo planeado y propuesto.

Verificamos que todas las tolvas se llenan completamente, luego de accionar todo el sistema desde la unidad de mando.



**Figura 4-148.** Activación del sistema sin el ganado.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

La Figura 98, nos muestra el accionar del sistema desde la unidad de mando para ponerlo en marcha.



**Figura 4-149.** Llenado de las tolvas.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Como observamos en la Figura 99, el llenado de las tolvas se da con total éxito en cada una de las cuatro existentes.

Luego corroboramos que al presionar el pulsador inferior la dosificación se realizaba con total éxito en cada uno de los comederos.



**Figura 4-150.** Activación de la dosificación.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

La caída del balanceado en cada uno de los comederos también se da con todo el éxito esperado como se observa en la Figura 101.



**Figura 4-151.** Caída del alimento a los comederos.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

#### **4.5.3. Pruebas con presencia del ganado.**

Antes de que comience el ordeño se activó el sistema desde la unidad de mando para que todas las tolvas queden totalmente llenas.



**Figura 4-152.** Activación del sistema.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

En la Figura 102, se observa como es activado todo el sistema de llenado de las tolvas de almacenamiento por parte de la vaquera que está encargada de realizar el ordeño a los bovinos.



**Figura 4-153.** tolvas llenas de alimento.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Como se esperaba nuevamente el alimento está siendo llenado dentro de cada una de las cuatro tolvas de almacenamiento de las jaulas de ordeño.

Luego uno de los vaqueros encargados activa cada uno de los pulsadores que para que se realice la dosificación, y de esa manera el balanceado caía a cada uno de los comederos para cuando estén todos llenos ingresen los bovinos para ser ordeñados.



**Figura 4-154.** Dosificación del alimento.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

En la Figura 104, se observa la dosificación del alimento en los comederos por parte de os vaqueros activando los pulsadores.



**Figura 4-155.** Caída del alimento y agua a los comederos.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.



Cada vez que un bovino salía o el alimento se terminaba el vaquero solamente presionaba el pulsador y el alimento se llenaba en el comedero sin ninguna dificultad en la misma proporción.



**Figura 4-156.** Dosificación del alimento con el bovino en la jaula.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

De esta manera podemos verificar que nuestro sistema tiene un correcto funcionamiento y es factible para ser utilizado dentro del proceso que se realiza en las jaulas de ordeño a los animales bovinos.

#### 4.6. Análisis de resultados.

Para analizar los resultados de nuestro proyecto, debemos realizar el nuevo diagrama de procesos para comparar la situación actual de la planta con el mejorado puesto en marcha nuestro sistema, y elaborar un cuadro comparativo que muestre las ventajas de la implementación.







DIAGRAMA DE PROCESO						
MÉTODO ACTUAL:		<div><div>X</div></div>			Fecha:	
MÉTODO PROPUESTO:		<div></div>			Diagrama: DE PROCESO	
SUJETO DEL DIAGRAMA:					Hecho por: Lascano C, Costales P.	
					Hoja ° : 01	
Departamento:						
Distancia en (m)	Tiempo en (min)	Nº	Símbolos del diagrama			Descripción del proceso
		1	<div><div></div><div>→</div><div></div><div>D</div><div></div><div></div></div>	Alimento almacenado en la bodega de alimento y equipos.		
	0.05	1	<div><div></div><div>→</div><div></div><div>D</div><div></div><div></div></div>	Presionar botón de encendido e inicio del sistema		
8	0.13		<div><div></div><div>→</div><div></div><div>D</div><div></div><div></div></div>	Dirigirse a la jaula #1		
	0.05	2	<div><div></div><div>→</div><div></div><div>D</div><div></div><div></div></div>	Presionar boton #1 de dosificación al comedero #1		
2	0.05	2	<div><div></div><div>→</div><div></div><div>D</div><div></div><div></div></div>	Dirigirse a la jaula #2		
	0.05	3	<div><div></div><div>→</div><div></div><div>D</div><div></div><div></div></div>	Presionar boton #2 de dosificación al comedero #2		
2	0.05	3	<div><div></div><div>→</div><div></div><div>D</div><div></div><div></div></div>	Dirigirse a la jaula #3		
	0.05	4	<div><div></div><div>→</div><div></div><div>D</div><div></div><div></div></div>	Presionar boton #3 de dosificación al comedero #3		
2	0.05	4	<div><div></div><div>→</div><div></div><div>D</div><div></div><div></div></div>	Dirigirse a la jaula #4		
	0.05	5	<div><div></div><div>→</div><div></div><div>D</div><div></div><div></div></div>	Presionar boton #4 de dosificación al comedero #4		
	0.16	6	<div><div></div><div>→</div><div></div><div>D</div><div></div><div></div></div>	Revisión del alimento en los comederos		
14	0.69		<div><div>5</div><div>4</div><div>1</div><div>0</div><div>1</div><div>0</div></div>			

**Figura 4-157.** Diagrama de procesos mejorado.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.



La Figura 107, nos muestra el diagrama de proceso con todas las actividades mejoradas mediante la implementación de nuestro sistema de transporte y dosificación de alimento en las jaulas de ordeño de los animales bovinos.

RESUMEN		
OPERACIÓN		5
TRANSPORTE		4
INSPECCIÓN		1
DEMORAS		0
ALMACENAJE		1
ACTIVIDAD COMBINADA		0
<b>TOTAL</b>		<b>11</b>
DISTANCIA RECORRIDA EN (m)		14
TIEMPO EN (MIN)		0.69







**Figura 4-158.** Cuadro de resumen mejorado.

Fuente: Lascano C., Costales P.

La Figura 108, ilustra el cuadro de resumen del diagrama de proceso mejorado.

Al igual que en la situación actual los valores del cuadro de resumen debemos multiplicarlos por 8 para obtener el total de actividades de transporte y dosificación en 32 animales bovinos que se encuentran en la planta de extracción de leche.







De esta manera obtenemos el total de actividades, tiempo de operaciones y distancias recorridas para el transporte y dosificación del alimento así:

RESUMEN		
OPERACIÓN		40
TRANSPORTE		32
INSPECCIÓN		8
DEMORAS		0
ALMACENAJE		8
ACTIVIDAD COMBINADA		0
<b>TOTAL</b>		<b>88</b>
DISTANCIA RECORRIDA EN (m)		112
TIEMPO EN (MIN)		5.52

**Figura 4-159.** Cuadro de resumen final mejorado.

Fuente: Lascano C., Costales P.

Una vez que obtenemos el cuadro final de resumen debemos realizar una tabla comparativa de la situación actual que se daba en la planta y la situación mejorada con la implementación de nuestro sistema, de la siguiente manera:

Operaciones		Actual	Mejorado	Total
Operación		144	40	104
Transporte		136	32	104
Inspección		32	8	24
Demoras		8	0	8
Almacenaje		8	8	0
Actividad combinada		0	0	0
<b>Total</b>		<b>328</b>	<b>88</b>	<b>240</b>
<b>Distancia recorrida en (m)</b>		<b>574</b>	<b>112</b>	<b>462</b>
<b>Tiempo en (min)</b>		<b>37.36</b>	<b>5.52</b>	<b>31.84</b>

**Figura 4-160.** Cuadro comparativo de mejoras del proceso manual y automatizado.

Fuente: Lascano C., Costales P.

Cabe mencionar que los tiempos de llenado de cada una de las tolvas no se toma en cuenta para el análisis del proceso ya que el vaquero encargado debe activar el llenado con anticipación más o menos de una hora para que al momento de realizar el ordeño solo se activen los pulsadores de dosificación, ya que la cantidad de balanceado que está dentro de las cuatro tolvas es suficiente para cumplir con el proceso de ordeño.

Como podemos observar en la figura anterior el ahorro que se presenta es muy significativo, por tal razón podemos afirmar que nuestro equipo es totalmente factible, ya que de un tiempo de 37.36 minutos logramos reducir a 5.52 minutos el transporte y dosificación del alimento, de igual manera con las distancias recorridas de 574 metros logramos reducir a 112 metros, ya que los vaqueros con la implementación solamente se deben desplazar a cada una de las jaulas a realizar la activación de los pulsadores que automáticamente dosifican el alimento en la cantidad promedio calculada.

La cantidad del alimento también es importante mencionar que antes de la implementación del equipo se utilizaba un total de 2 quintales, pero ahora con nuestra mejora solamente se ocupan 1.5 quintales por ordeño.

También debemos hablar de un ahorro económico de alimentación para la Planta de ordeño al ganado bovino, esto se ilustra en la Tabla 21.

**Tabla 4-24.** Cantidad de alimento dosificado y ahorro económico.

<b>ALIMENTACIÓN AL GANADO BOVINO</b>		
<b>Tipo de dosificación</b>	<b>Cantidad en quintales diarios dosificados.</b>	<b>Costo de dosificación diario</b>
Manual	4	\$120
Automatizada	3	\$90
	Ahorro diario:	\$30
	Ahorro semanal:	\$210
	Ahorro mensual:	\$840

**Realizado por:** Lascano C., Costales P.

En la Tabla 24, se muestra el ahorro diario, semanal y mensual económico en la dosificación del balanceado, esto se debe a que mediante el proceso de dosificación automatizado del alimento solamente se ocupa dos quintales diarios es decir un quintal por ordeño con un costo de \$30 por quintal.

Quedando claro de esta manera que el proceso mejorado de automatización del transporte y dosificación del alimento es totalmente factible, ayudando al desarrollo económico de la Planta de ordeño al ganado bovino en Estación Experimental Tunshi.

#### 4.7. Plan de mantenimiento.

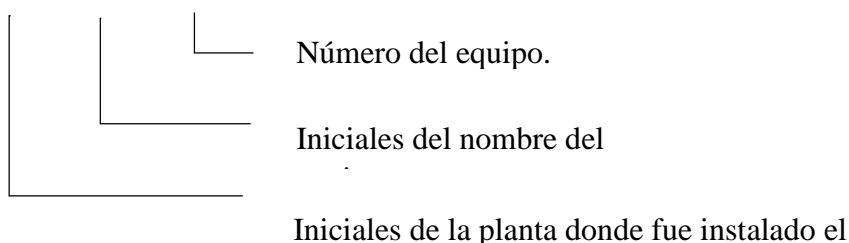
Un plan de mantenimiento es el conjunto de actividades preventivas que se realizan de forma ordenada para mantener una instalación en las mejores condiciones evitando el deterioro de los equipos, daño al personal, y evitando los altos costes de reparaciones.

Para comenzar a realizar el plan de mantenimiento de la banda transportadora y dosificadora de balanceado debemos realizar las siguientes actividades:

##### 4.7.1. Codificación del equipo.

Por ser un equipo nuevo debemos realizar la codificación respectiva del equipo así:

PEL - BTDA - 01





PEL: Plante de Extracción de Leche.

BTDA: Banda Transportadora y Dosificadora de Alimento.

01: Maquina #01.

Para seguir con el desarrollo del plan de mantenimiento nuestro equipo toma el nombre de la codificación que se realizó: PEL - BTDA - 01.

		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.			
		PLANTA DE EXTRACCIÓN DE LECHE AL GANADO BOVINO - TUNSHI.			
		CODIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA			
NÚMERO	CÓDIGO	MÁQUINA	DESCRIPCIÓN		
1	PEL - BTDA - 01	Banda de transportadora y dosificadora de alimento	La banda tiene una capacidad volométrica de 5.8 m³/h y una capacidad de transporte de 4.5 Tm/h		

**Figura 4-161.** Codificación de equipo.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

##### 4.7.2. Registro del equipo.

La siguiente actividad del plan de mantenimiento es el registro del equipo en donde se detallan todos los datos generales, datos adicionales como componentes del equipo y posibles repuestos, este registro del equipo se presenta en la siguiente ficha:

	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.</b>		<b>CÓDIGO:</b>	PEL - BTDA - 01	
	PLANTA DE EXTRACCIÓN DE LECHE AL GANADO BOVINO - TUNSHI.		<b>VERSIÓN:</b>	2017	
	REGISTRO DE EQUIPOS Y COMPONENTES.		<b>PÁGINA:</b>		
<b>DATOS GENERALES.</b>					
<b>NOMBRE DEL EQUIPO</b>	Banda de transportadora y dosificadora de alimento.		<b>Dimensiones</b>		
			<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Alto</b>
<b>DISEÑO</b>	Costales P, Lascano C,		9 m	32 cm	36 cm
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	Costales P, Lascano C,				
<b>CÓDIGO DE CONTROL DE BIENES</b>	CÓDIGO/ VALE PEL01				
<b>ORIGEN</b>	Ecuador				
<b>MATERIAL</b>	Acero estructural				
<b>DATOS ADICIONALES</b>					
<b>CINTA TRANSPORTADORA</b>	<b>Material</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>MOTORREDUCTOR</b>		
	Caucho y lona	9m x 200 mm			
<b>RODILLOS</b>	<b>Marca</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>DATOS TÉCNICOS</b>		
	Rotrans M/S-20	D=101 mm x 200mm			
<b>RODAMIENTOS</b>	<b>Designación</b>		<b>Voltaje</b>	<b>Potencia</b>	<b>RPM</b>
	SKF E2.YET 204		110v	0.5HP	40 de salida
<b>CANGUILONES</b>	<b>Material</b>	<b>Dimensiones</b>			
	Tol negro	17 cm x 6 cm x 11cm			
<b>PERFILES "U"</b>	<b>Material</b>				
	Acero estructural				
<b>REPUESTOS</b>					
<b>REPUESTOS</b>			<b>CANTIDAD</b>		
Rodamientos			4		
Rodillos			2		
Canguilones			18		

**Figura 4-162.** Ficha de registro del equipo.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

#### 4.7.3. *Ficha de estado técnico.*

Para realizar la ficha de estado técnico debemos tomar en cuenta que el equipo de transporte y dosificación de alimento es completamente nuevo, para lo que se realiza una tabla de descripción de sus componentes, su porcentaje, y clasificación basándonos en los siguientes parámetros según el estado.

**Tabla 4-25.** Clasificación según su porcentaje.

PORCENTAJE (%)	CLASIFICACION
93 - 100	BUENO
60 - 93	REGULAR
27 - 60	MALO
Menos de 27	MUY MALO

Realizado por: Lascano C., Costales P.


Dependiendo el estado de los componentes del equipo, asignamos un porcentaje para ubicarlo dentro de la clasificación que corresponde.

**Tabla 4-26.** Estado del equipo, porcentaje y clasificación.

PEL - BTDA - 01	PORCENTAJE	CLASIFICACIÓN
Estado de la estructura externa de la banda	100%	BUENO
Estado de la estructura interna de la banda	100%	BUENO
Cangilones de transporte	100%	BUENO
Rodamientos	100%	BUENO
Rodillos	100%	BUENO
Motorreductor	100%	BUENO

Realizado por: Lascano C., Costales P.

De esta manera podemos realizar la ficha de estado técnico que nos permite determinar el tipo de servicio de mantenimiento que debe realizarse en el equipo.

	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO.</b>				<b>CODIGO:</b> PEL - BTDA - 01
	<b>PLANTA DE EXTRACCIÓN DE LECHE AL GANADO BOVINO - TUNSHI.</b>				<b>VERSION:</b> 2017
	<b>ESTADO TÉCNICO.</b>				<b>PÁGINA:</b>
<b>EQUIPO</b>	Banda de transportadora y dosificadora de alimento.		<b>SERIE</b>	CÓDIGO/ VALE PEL01	
<b>RESPONSABLE</b>	Costales P., Lascano C.		<b>ORIGEN</b>	ECUADOR	
<b>INFORMACIÓN</b>	<b>Manuales</b>		<b>Planos</b>		<b>Repuestos</b>
	SI	NO	SI	NO	SI
		X	X		X
<b>ESTADO TÉCNICO</b>			<b>MUY MALO</b>	<b>MALO</b>	<b>REGULAR</b>
Estado de la estructura externa de la banda					X
Estado de la estructura interna de la banda					X
Cangilones de transporte					X
Rodamientos					X
Rodillos					X
Motorreductor					X
<b>CONCLUSIÓN:</b> 100% - Estado Tecnico Bueno					
<b>MANTENIMIENTO REQUERIDO:</b> Revisiones					

**Figura 4-163.** Ficha de estado técnico.

Fuente: Lascano C., Costales P.

Para determinar el tipo de servicio de mantenimiento que se debe realizar en el equipo nos basamos en la siguiente tabla:

**Tabla 4-27.** Tipos de servicios de mantenimientos requeridos.


CLASIFICACIÓN	TIPO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO REQUERIDO
BUENO	REVISIÓN
REGULAR	REPARACIÓN PEQUEÑA
MALO	REPARACIÓN MEDIA
MUY MALO	REPARACION GENERAL

**Realizado por:** Lascano C., Costales P.

Como podemos observar nuestro equipo requiere de un tipo de servicio de revisión, como antes ya lo dijimos el equipo es completamente nuevo y no necesita de ningún tipo de reparación.

#### 4.7.4. Tarjeta de mantenimiento.

Para culminar con el plan de mantenimiento se detallan las tareas que se deben realizar como revisión en cada uno de los componentes del equipo, cada cierto tiempo dependiendo las jornadas de trabajo.

	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO.		CODIGO:	PEL - BTDA - 01
	PLANTA DE EXTRACCIÓN DE LECHE AL GANADO BOVINO - TUNSHI.		VERSION:	2017
	TARJETA DE MANTENIMIENTO.		PÁGINA:	
MÁQUINAS		FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO		
		Jornada de 8h diarias	Jornada de 4h diarias	
BANDA TRANSPORTADORA Y DOSIFICADORA DE ALIMENTO				
Estrutura externa de la banda.	Comprobar estado de la estrctura externa de la banda.	Semestral	Anual	
Estrutura interna de la banda.	Limpiar y comprobar el buen estado de la estructura interna de la banda.	Semestral	Anual	
Cangilones de transporte.	Comprobar la no existencia de fisuras y buen funcionamiento de los cangilones.	Semestral	Anual	
Rodamientos	Comporbar el estado de los rodamientos.	Anual	2 Años	
Rodillos	Comprobar la no existencia de fisuras y buen funcionamiento de los cangilones.	Anual	2 Años	
Motorreductor	Verificar y realizar el mantenimiento del motorreductor.	Anual	2 Años	
Sensores	Verificar y comprobar el funcionamiento de los sensores.	Anual	2 Años	

**Figura 4-164.** Tarjeta de mantenimiento.

**Fuente:** Lascano C., Costales P.

Este plan de mantenimiento es únicamente para el transportador y dosificador de alimento que fue construido e instalado de parte de los autores en la Planta de Extracción de leche al ganado bovino en la Estación Experimental Tunshi.

#### **4.8. Manual de operación del sistema de banda transportadora y dosificadora de alimento.**

Encendido del sistema:

1. Verificar que en la banda no exista algún elemento que no la permita girar.
2. Revisar que no exista algún objeto sobre el compresor.
3. Pulsar el botón verde (ON).
4. Chequear que la luz led verde este encendida.
5. Alimentar la banda con balanceado.
6. Revisar la presión del compresor a 4.5 Pa.
7. Para la dosificación pulsar los botones de alimento.

**Apagado del equipo:**

1. Verificar que no exista balanceado en las tolvas de alimentación.
2. Dejar vacíos los comederos.
3. Pulsar el botón rojo (OFF).

**En caso de emergencia:**

Si se presenta alguna anomalía durante el proceso, presionar el botón rojo tipo hongo de paro de emergencia, y comunicarse con el personal técnico.

En caso de algún tipo de requerimientos del sistema transportador y dosificador de alimento al ganado bovino, favor acercarse a la Escuela de Ingeniería Industrial en la Facultad de Mecánica perteneciente a la ESPOCH, o comunicarse a los contactos: 03 2998 200 extensión 178 de Industrial.

En caso de emergencia se adjunta en la Tabla 25, los contactos del personal encargado de la instalación del equipo transportador y dosificador de alimento, para algún requerimiento del mismo.

## CAPÍTULO V

### 5. ESTUDIO DE COSTOS.

Para realizar el estudio de costos analizaremos la cantidad de los artículos que fueron adquiridos, su valor unitario, valor total y la cantidad resultante en USD.

La siguiente tabla nos muestra los detalles y costos de los artículos que adquirimos para la elaboración de nuestro sistema:

**Tabla 5-28.** Estudio de costos.

COSTOS DE LOS MATERIALES				
Artículo N°-	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	C. UNITARIO	C. TOTAL
1	3	Perfil "U"	\$75.0	\$225.0
2	4	Chumacera de pared	\$18.0	\$72.0
3	2	Rodillo	\$60.0	\$120.0
4	18	Banda	\$50.0	\$900.0
5	2	Templadores	\$22.0	\$44.0
6	5	Planchas de tol 1.20" x 2.4"	\$35.0	\$175.0
7	3	Tubo redondo 3/4"	\$12.0	\$36.0
8	160	Pernos	\$0.5	\$80.0
9	4	Tolvas	\$50.0	\$200.0
10	5	Discos de corte	\$3.5	\$17.5
11	2	Electrodos	\$4.0	\$8.0
12	1	Motorreductor	\$400.0	\$400.0
13	4	Cilindros simpl efect carrera 7.5cm	\$28.0	\$112.0
14	4	Teflón	\$0.5	\$2.0
15	4	Electroválvulas monoestables 5/2	\$30.0	\$120.0
16	25	Manguera de poliuretano 6 mm	\$0.9	\$22.5
17	12	Manguera de poliuretano 10 mm	\$1.0	\$12.0
18	40	Racores	\$0.8	\$30.0
19	4	Conectores nuemáticos en "T"	\$2.0	\$8.0
20	1	Regulador de caudal	\$7.0	\$7.0
21	125	Cable concéntrico 4/16	\$1.0	\$125.0
22	1	Fusible y porta fusible	\$7.0	\$7.0



23	1	Contactador eléctrico	\$9.0	\$9.0
24	2	Barras de neutro	\$1.3	\$2.5
25	1	Contacto normalmente abierto	\$1.3	\$1.3
26	1	Contacto normalmente cerrado	\$1.3	\$1.3
27	4	Botoneras	\$2.0	\$8.0
28	1	Parada de emergencia	\$2.5	\$2.5
29	1	Caja de protección	\$60.0	\$60.0
30	1	PLC Delta	\$355.7	\$355.7
31	4	Motores de máquinas domésticas	\$15.0	\$60.0
32	50	Borneras	\$0.5	\$25.0
33	20	Manguera corrugada 1"	\$0.6	\$12.0
34	4	Tubo redondo de 4"	\$7.5	\$30.0
35	50	Pernos	\$0.3	\$12.5
36	25	Arandelas	\$0.2	\$3.8
37	25	Tuercas	\$0.2	\$3.8
38	50	Remaches	\$0.2	\$10.0
39	30	Autoperforantes	\$0.2	\$6.0
40	2	Pintura	\$15.0	\$30.0
41	2	Correas plásticas de amarre	\$1.9	\$3.8
42	8	Rodamientos	\$2.0	\$16.0
43	1	Platina 3/4" x 1/8"	\$6.0	\$6.0
44	2	Ángulo 1/2"	\$6.0	\$12.0
45	6	Cable flexible #10	\$1.5	\$9.0
46	6	Cable sólido #10	\$1.5	\$9.0
47	1	Acople rápido plástico	\$7.0	\$7.0
48	1	Luz Led color verde	\$1.0	\$1.0
49		Gastos de impresión y papelería	\$150.0	\$150.0
50		Mano de obra	\$800.0	\$800.0
51		Gastos logística	\$500.0	\$500.0
			<b>SUBTOTAL:</b>	<b>\$4,870.01</b>

**Realizado por:** Lascano C., Costales P.

A estos costos también debemos sumarles los artículos que no facilitaron el grupo de investigación de la Escuela de Ingeniería Industrial que son los que se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 5-29.** Costo de artículos donados por el grupo de investigación de la escuela.

<b>COSTOS DE LOS MATERIALES</b>				
<b>Artículo N°-</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>C. UNITARIO</b>	<b>C. TOTAL</b>
52	8	Sensores industriales	\$28	\$224
53	4	Cilindros simple efecto	\$30	\$120
54	2	Motores de garaje	\$200	\$400
55	1	Compresor	\$300	\$300
			<b>SUBTOTAL:</b>	<b>\$1,044</b>

**Realizado por:** Lascano C., Costales P.

Para obtener el costo total de inversión en nuestro proyecto de transporte y dosificación de alimento en las jaulas de ordeño debemos sumar el subtotal de los materiales adquiridos por los autores del sistema al subtotal de materiales que fueron donados por parte del grupo de investigación de la escuela y tenemos \$5.914,01 así:

**Tabla 5-30.** Costo total del proyecto.

<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	
Subtotal 1	\$4,870.01
Subtotal 2	\$1,044
<b>Total:</b>	<b>\$5,914.01</b>

**Realizado por:** Lascano C., Costales P.

Como podemos observar en la Tabla 30, el costo total de inversión del proyecto de titulación obtenemos al sumar ambos subtotales de las tablas que fueron presentadas anteriormente en la tabla 29 y tablas 28 respectivamente.

## **CAPÍTULO VI**

### **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **6.1. Conclusiones.**

- Se diseñó y construyó un sistema automatizado de transporte y dosificación de alimentos, mediante un diseño previo que muestre la factibilidad del proyecto, para el ganado bovino en las jaulas de ordeño en la estación experimental Tunshi.
- Se elaboró una simulación en Automation studio para poder obtener los tiempos de llenado de alimento tanto en las tolvas principales como en los comederos que se encuentran en las jaulas de ordeño al ganado bovino.
- Se redujo los tiempos de transporte y dosificación del alimento al ganado bovino de 37.36 minutos en forma manual a 5.52 minutos que actualmente es el tiempo con estas actividades automatizadas, con un ahorro significativo de 31.84 minutos durante todo el proceso.
- Las tolvas de recepción de alimento fueron construidas para que sean llenadas con 18 kg de balanceado cada una, de manera que es la cantidad necesaria para completar el proceso de ordeño.
- Se logró además reducir la cantidad de alimento dosificado, pues de forma manual se utilizaban 4 quintales diarios, pasando a 3 quintales con el proceso automatizado que ejercen un ahorro de \$840 mensuales.
- Mediante la programación se controló la cantidad promedio de balanceado en cada descarga de alimentación con 2 Kg, para cada uno de los bovinos durante el proceso de ordeño.
- La máquina es de fácil mantenimiento, por su construcción y el acople de sus elementos, éstas se pueden montar y desmontar con facilidad.
- Se elaboró un plan de mantenimiento para el equipo de transporte y dosificación implementado dentro de la plata de ordeño al ganado bovino.
- Durante la elaboración del presente proyecto de titulación, se logró aplicar conocimientos impartidos a través de nuestra formación académica en forma práctica.

## **6.2. Recomendaciones.**

- Se recomienda que el llenado de las tolvas debe hacerse 1 hora antes del ordeño para evitar demoras.
- Revisar la presión del aire del compresor antes de iniciar el ordeño y poner en marcha el sistema cuando este en 2.5 bar.
- Se debe cargar el transportador y dosificador con balanceado totalmente seco, para evitar atascamientos y problemas al momento de realizar el proceso de dosificación del alimento.
- Inspeccionar los sistemas eléctricos y mecánicos con técnicos que tenga el conocimiento adecuado de los diferentes elementos utilizados.
- El mantenimiento de las máquinas de la planta de balanceados, se debe realizar de acuerdo a las fichas de mantenimiento anexadas.
- Para realizar la limpieza de las jaulas de ordeño se debe apagar completamente el sistema para evitar averías.
- Además, se recomienda realizar como un proyecto de titulación, un elevador del alimento para que este sea transportado y dosificado mediante nuestro sistema a cada una de las jaulas de ordeño de la Estación Experimental Tunshi.
- Para realizar la limpieza en las jaulas de ordeño de los bovinos, el sistema debe estar completamente apagado para evitar averiguas y daños en todos los elementos que forman parte del transportador y dosificador de alimentos.

## CAPÍTULO VII

### 7. BIBLIOGRAFÍA.

**BUXADÉ.** *Producción vacuna de leche y carne* [en línea]. Madrid-España: [Consulta: 19 octubre 2017]. Disponible: <http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/PAGINA%20CANGILONES.HTM>

**ECURED.** *Transportador de tornillo sin fin* [en línea]. Riobamba: [Consulta: 15 octubre 2017]. Disponible: [https://www.ecured.cu/Transportador\\_de\\_tornillo\\_sin\\_fin](https://www.ecured.cu/Transportador_de_tornillo_sin_fin)

**ESPOCH.** *Estación Experimental Tunshi* [en línea]. Riobamba: Planta de Extracción de leche. [Consulta: 22 septiembre 2017]. Disponible: <https://www.esPOCH.edu.ec/index.php/estaciones-experimentales/274-tunshi.html>

**BEER, F. P.** *Mecánica vectorial para ingenieros*. 8<sup>va</sup> ed. México D.F. – México: mexicana, 2007, pp. 25-120.

**HARPER, E.** *El libro práctico de los generadores , transformadores y motores eléctricos*. México: Limusa, 2004, pp. 12-215.

**HIBBELER, R.** *Mecánica de materiales*. 9<sup>na</sup> ed. México D.F. – México: mexicana, 2006, pp. 28-220.

**HIGUERA, C. G.** *El control automático en la industria*. Murcia – España: Ediciones Universidad de La Castilla Cuenca, 2005, pp. 29-99.

**LIPPEL.** *Transpotador de tornillo sin fin* [blog]. [Consulta: 25 septiembre 2017]. Disponible en: <http://www.lippel.com.br/es/categorias/movimentacao-e-armazenagem/movimentacao-e-armazenagem-de-biomassa/movimentacao-e-dosagem/rosca-transportadora-para-biomassa-lippel-rt-156.html>

**KERGUIGNAS, G. C.** *Resistencia de materiales*. Barcelona – España: Reverté, 1980, pp. 85-231.

**MOTT, R. L.** *Mecánica de fluidos*. México: ReeAnne Davies, 2006, 77-89.

**NICOLÁS, A. S.** *Neumática Práctica*. Madrid – España: Alicia Cerviño González, 2009, pp. 112-129.

**PERE PONSÁ, R. V.** *Automatización de procesos mediante la guía GEMMA*. Barcelona – España: Edicions UPC, 2005, pp. 201-217.

**RAMÍREZ, Á. C.** *Ganadería de carne*. México: EUNED, 2002, pp. 45-62.

**RAMOS, G. P.** *Modelo matemático y dimensional para el planeamiento óptimo de industrias de procesos*. Medellín – Colombi: Fondo Editorial ITM, 2007, pp. 54-62.

**SALVADOR, A. G.** *Introducción a la neumática*. Barcelona – España: marcombo, 1993, pp. 124-129.

**SIEMENS.** *Controlador Lógico Programable S7-1200*. [en línea]. [Consulta: 22 septiembre 2017]. Disponible: <https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/>.

**SINGER, P.** *Resistencia de materiales*. México: Alfaomega, 2008, pp. 25-201.

**RAMOS, G. P.** *Modelo matemático y dimensional para el planeamiento óptimo de industrias de procesos*. Medellín – Colombi: Fondo Editorial ITM, 2007, pp. 54-62.

**SOLOSTOCKS.** *Cinta transportadora con perfiles de acero*. [en línea]. [Consulta: 22 septiembre 2017]. Disponible: <http://www.solostocks.com/venta-productos/equipamiento-logistico/cintas-transportadoras/cinta-transportadora-con-perfiles-de-acero-6043314>

**SYSTEMS.** *Tansportador mediante cadena*. [en línea]. [Consulta: 23 septiembre 2017]. Disponible: <https://www.schrage.de/es/schrage-informa/diccionario-tecnico/sistema-transportador-de-cadena.html>

**ANDALUZ, V.** *Robust Control with Redundancy Resolution and Dynamic Compensation for Mobile Manipulators*, 2010, Ecuador, pp. 2-4.

**ANDALUZ, V.** *Visual control with adaptive compesation for 3D target tracking by movile manipulators*, 2011, Ecuador, pp. 3-4.